

СЕКЦИЯ 2. СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ И ИНФОРМАТИЗАЦИИ В ОБРАЗОВАНИИ, НАУКЕ И ПРОИЗВОДСТВЕ

УДК 66-914.3

Н. С. Аксютичева, В. А. Гольцев

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия

ПРИМЕНЕНИЕ ДАТЧИКА ОБНАРУЖЕНИЯ МОНООКСИДА УГЛЕРОДА MQ-9 ДЛЯ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА РАБОЧЕЙ ЗОНЫ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

Аннотация

В статье представлено описание процесса калибровки датчика угарного газа MQ-9. Процесс калибровки включает в себя эксперимент, в результате которого сравниваются показания эталонного газоанализатора и датчика монооксида углерода. Откалиброванный датчик монооксида углерода входит в программно-аппаратный комплекс для раннего обнаружения предельно допустимой концентрации угарного газа на рабочей площадке металлургического предприятия.

Ключевые слова: датчик монооксида углерода, концентрация, калибровка.

Abstract

The article presents the description of the calibration of the carbon monoxide sensor MQ-9. The calibration process involves experiment, which compares the readings of the reference detector and the sensor of carbon monoxide. A calibrated sensor of carbon monoxide included in the software-hardware complex for the early detection of the maximum permissible concentration of carbon monoxide at the working site of the metallurgical plant.

Keywords: carbon monoxide sensor, concentration, calibration.

Прогресс в промышленном производстве и расширение использования природных ресурсов (нефть, уголь, газ, руды и минералы) существенно отразились на составе промышленных выбросов и на качественно новом загрязнении воздуха производственных помещений. В настоящее время в промышленности используют почти все химические элементы, имеющиеся на земном шаре, интенсивно развиваются производства органического (нефтехимического) синтеза, создаются новые отрасли химической и перерабатывающей промышленности, что, в свою очередь, приводит к значительному загрязнению воздуха рабочей зоны токсичными летучими органическими соединениями и неорганическими газами [1].

Степень загрязнения воздуха производственных помещений зависит от типа производства и отрасли промышленности (цех завода, шахта, рудник и т. п.), особенностей технологического процесса, оборудования и планировки помещения, системы вентиляции и свойств используемого сырья. Качественный состав воздуха рабочей зоны, особенно при высокотемпературных технологических процессах, не менее сложен, чем композиции загрязнителей атмосферы, а количества токсичных химических соединений, попадающих в зону дыхания работающего, примерно на порядок (а часто и значительно больше) превосходят концентрации загрязнителей атмосферы. Наиболее часто встречающимися загрязнителями воздуха рабочей зоны промышленных предприятий, характерными для многих технологических процессов, являются оксид углерода, пыль и пары растворителей (углеводороды, кислород - и хлорсодержащие органические соединения). Угарный газ – один из наиболее токсичных продуктов горения, входящих в состав дыма. Об опасности этого газа известно многое, а главное то, что он не имеет характерного запаха и цвета, и при этом даже небольшой его

концентрации достаточно, чтобы вызвать необратимые последствия. Уже после нескольких вдохов появляются первые симптомы отравления: головная боль, удушье, стук в висках, головокружение и др. [1].

Таким образом, во избежание возможной трагедии на производстве, необходим постоянный мониторинг содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Для этого будет создан программно-аппаратный комплекс.

На данном этапе разработки выполнена калибровка датчика монооксида углерода.

Для реализации программно-аппаратного комплекса был взят датчик монооксида углерода MQ-9. MQ – самый распространенный вид датчиков. И распространен он широко исключительно благодаря своей низкой стоимости. Чувствительный элемент датчика состоит из керамической трубки с покрытием Al_2O_3 и нанесенного на неё чувствительного слоя диоксида олова. Внутри трубки проходит нагревательный элемент, который нагревает чувствительный слой до температуры, при которой он начинает реагировать на определяемый газ [2]. Но для того чтобы реакция проходила нормально, а датчик был не одноразовый, чувствительную часть датчика необходимо держать в подогретом состоянии.

Точность показаний датчиков серии MQ зависит от влажности воздуха и от его температуры (рис. 1). Расчетные показатели даны для влажности в 65 % и температуры 20 °C, а при влажности выше 95 % датчик перестанет выдавать точные показания.

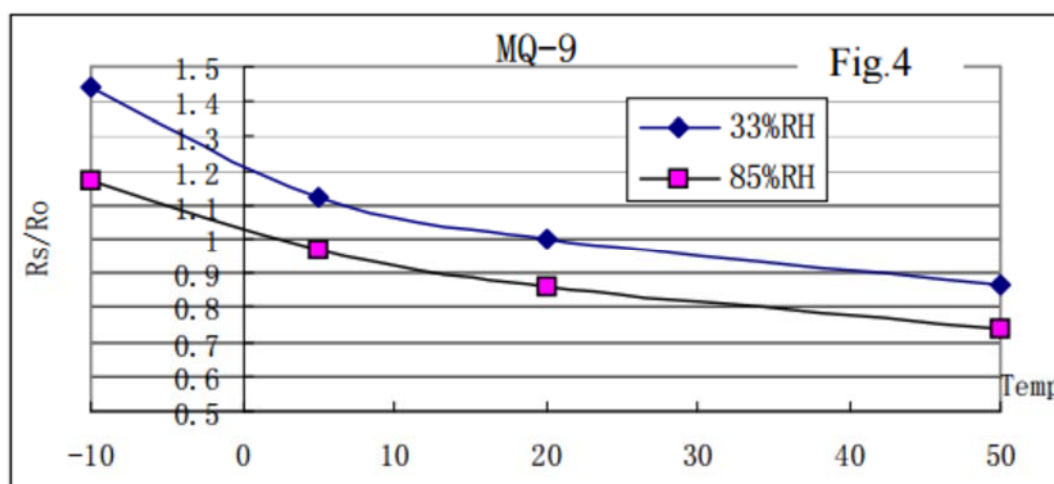


Рис. 1. Зависимость точности показаний датчика от влажности и температуры

Помимо показателей окружающей среды на точность показаний датчиков MQ так же влияет срок службы самих датчиков. Со временем их показания становятся не точными. Чувствительный слой «засоряется» продуктами измерения, изменяются характеристики нагревателя, и изменяется сопротивление при эталонных показателях. Производитель рекомендует, во-первых, проводить калибровку датчика после покупки и первичного «отжига», а затем проводить регулярные перекалибровки на протяжении всего срока службы датчика [3]. Единственный способ калибровки — сравнение результатов показания датчика с уже откалиброванным прибором. В нашем случае таким прибором является переносной газоанализатор Lanscom 4.

В спецификации к датчику MQ-9 описана зависимость значений сопротивления чувствительного слоя к содержанию оксида в воздухе. Как видно из рисунка 2 эта зависимость является логарифмической. Так же видно, что помимо угарного газа датчик способен улавливать и другие газы.

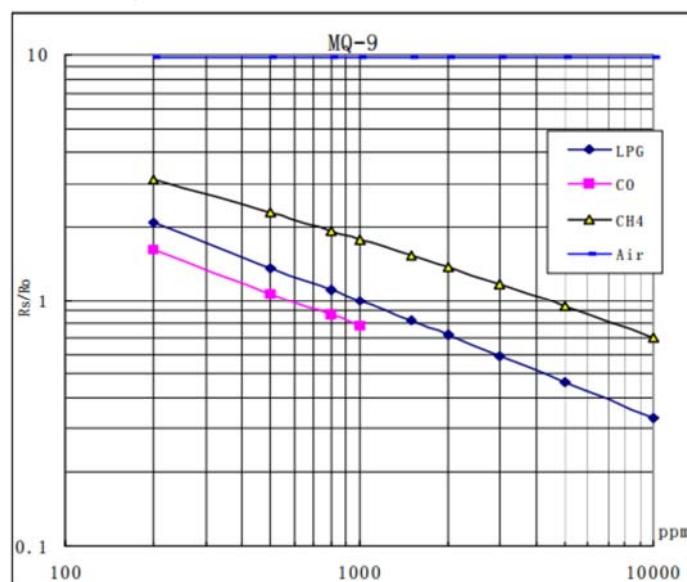


Рис. 2. График зависимости сопротивления датчика MQ-9 от концентрации исследуемых газов

Опытным путем была произведена калибровка датчика, а именно сравнение показаний датчика MQ-9 с показаниями газоанализатора Lancom 4. Результаты опыта приведены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты калибровки датчика MQ-9

Значения сопротивления с датчика угарного газа	Показания с газоанализатора, ppm	Значения сопротивления с датчика угарного газа	Показания с газоанализатора, ppm
1,93	1	1,59	60
1,94	1,8	1,59	108
1,93	3,4	1,57	122
1,83	4,4	1,57	138,8
1,71	6	1,57	146,4
1,65	9,8	1,58	154,8
1,59	34,4	1,58	162,2

Анализируя данные таблицы 1, отмечается следующее: сопротивление чувствительного слоя датчика MQ-9 изменяется в небольшом диапазоне, в то время как показания газоанализатора довольно резко увеличиваются. Так же, как говорилось ранее, показания датчика зависят от температуры и влажности окружающей среды.

Таким образом, в рамках поставленной задачи была выполнена калибровка датчика угарного газа MQ-9 в лабораторных условиях. Из проведенной работы можно сделать вывод, что данный датчик не подходит для обычного измерения концентрации газа и его можно использовать только для обнаружения пороговой концентрации угарного газа. Для разработки дальнейшего программно-аппаратного комплекса для мониторинга загрязняющих веществ на предприятии обнаружение пороговой концентрации достаточно, чтобы оповестить персонал об угрозе.

Список использованных источников

1. Web-ресурс сети Интернет [сайт]. Загрязнение воздуха рабочей зоны. URL: <http://ecology-portal.ru>.

2. Web-ресурс сети Интернет [сайт]. Датчик газа MQ-9. URL: <http://autohome.org.ua/gas-sensor-mq9-detail>.
3. Web-ресурс сети Интернет [сайт]. Разбираемся с датчиками MQ. URL: <http://blog.kvv213.com/2016/09/>.

УДК 658.52.56.004.057.5

Г. С. Алексеев, В. В. Лавров, И. А. Гурин

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОЛОГИИ AGILE В КОМАНДНОЙ РАЗРАБОТКЕ ПРОЕКТА «ЭКОЛОГИЯ» С ПРИМЕНЕНИЕМ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ВЕРСИЙ GIT

Аннотация

В работе разработан программный продукт «Экология» для преподавателей и студентов кафедры «Теплофизика и информатика в металлургии». Система предназначена для увеличения эффективности образовательного процесса путем автоматизации рутинных расчетов и визуализации их результатов. Система может быть использована как в образовательных целях, так и в исследовательской деятельности. Однако разработка мощных программных комплексов без четкой концепции и модели затруднена и способна привести к непредвиденным трудностям, поэтому при организации работы коллектива необходимо использовать гибкие методологии разработки, системы контроля версий и управления проектами.

Ключевые слова: Agile, Git, контроль версий.

Abstract

In this paper, we have developed a software product Ecology for teachers and students of the chair of Thermophysics and Informatics in metallurgy. The system is designed to increase the efficiency of the educational process by automating routine calculations and to visualize their results. The system can be used in both educational purposes and research activities. However, the development of large software products without a clear plan of action is difficult, therefore, in the organization of large teams need to use flexible development methodology, version control and project management.

Keywords: Agile, Git, version control.

Разработка программного обеспечения, как правило, сопряжена с несколькими проблемами: эффективность, затратность человеческих ресурсов, надежность. Поэтому правильная организация командной работы остается важнейшим фактором для достижения запланированного результата в установленные сроки. В этом отношении проектная организация предыдущего поколения (т.н. водопадная модель разработки) не является оптимальной, хотя в некоторых процессах эта модель более чем применима. При разработке системы «Экология» было принято решение использовать современную гибкую методологию разработки Agile в купе с системой контроля версий Git.

Для оптимизации работы команды в рамках Agile принято утверждать внутри коллектива определенные роли со своими обязанностями и возможностями. Для работы над проектом «Экология» их было выделено три:

– Team – leader (рис. 1): является руководителем команды внутри проекта, назначает временные рамки, контролирует выполнение задач, закрепленных за каждым разработчиком. Также в обязанности team – leader’a входит сборка проекта «Экология» в единое целое, его

компиляция, разрешение конфликтных ситуаций (ошибки в коде, несогласованность между расширениями файлов и другое);

- разработчик (программист): является «движущей силой» проекта, специалист, занимающийся непосредственным написанием кода и решением поставленных перед ним задач, например, созданием библиотеки классов;

- тестировщик (см. рис. 1, тестировщики выделены зеленым): член команды, отвечающий за работоспособность системы. Занимается выявлением ошибок и проблем в уже написанном коде, посредством модульного тестирования и эталонного расчета, выполненного в электронном редакторе таблиц Excel. Однако исправлением и корректировками занимается непосредственно разработчик или ответственный исполнитель.

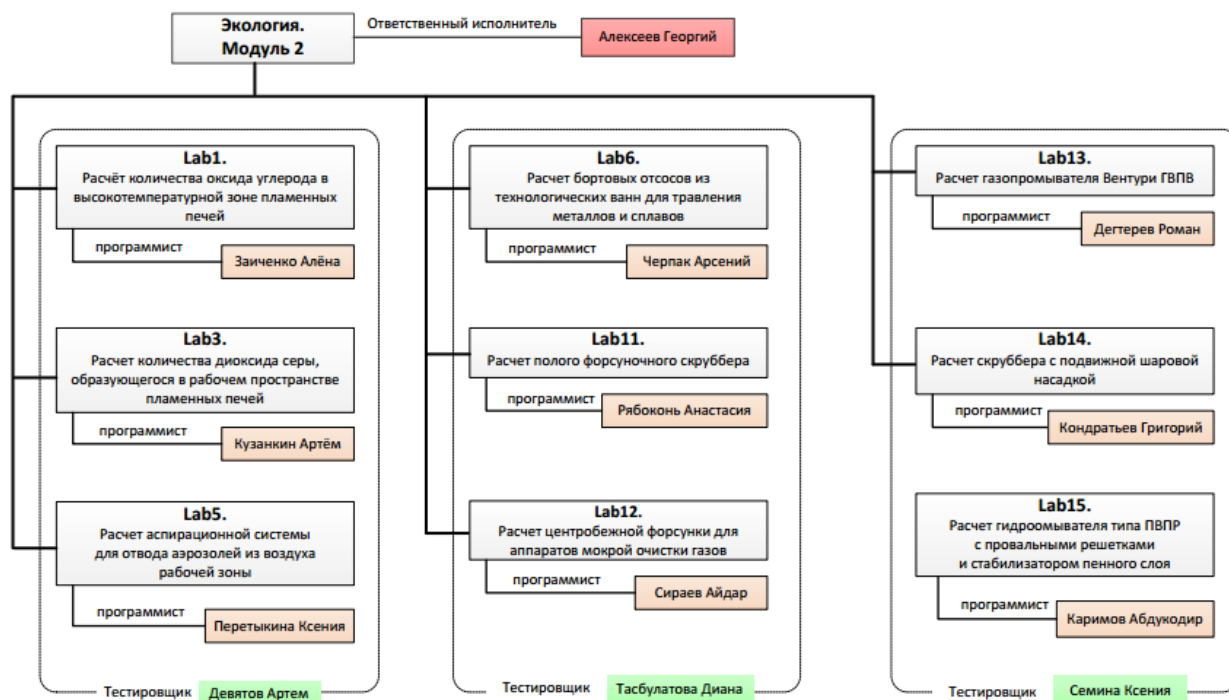


Рис. 1. Распределение ролей при разработке "Модуля 2" проекта "Экология"

Основной временной единицей командной разработки согласно Agile является т.н. спринт – короткий цикл, длящийся, как правило, одну, две недели, по окончании которого заказчику может быть представлена стабильная рабочая и протестированная версия продукта. Функционал на данном этапе может быть еще не до конца завершен. В конце спринта, как правило, проводятся корректировки вектора разработки, смещаются приоритеты в направлении тех или иных задач; во время спринта добавление в план разработки новых идей, редактирование старых не допускается (т.н. принцип «закрытого окна»).

Для достижения гибкого взаимодействия внутри команды необходимы мощные инструменты. Таковыми в рамках проекта «Экология» стали:

- распределенная система контроля версий Git;
 - Atlassian Bitbucket – веб-сервис для хостинга проектов и их совместной разработки, основанный на системе контроля версий Git. Именно на этом сервере будет храниться общий репозиторий для работы с проектом (рис. 2);
 - Atlassian Jira – платформа управления проектами, task – manager;
 - TortoiseGit для удобной работы с Git на локальном компьютере.
- Модель разработки выглядит следующим образом (см. рис. 2):

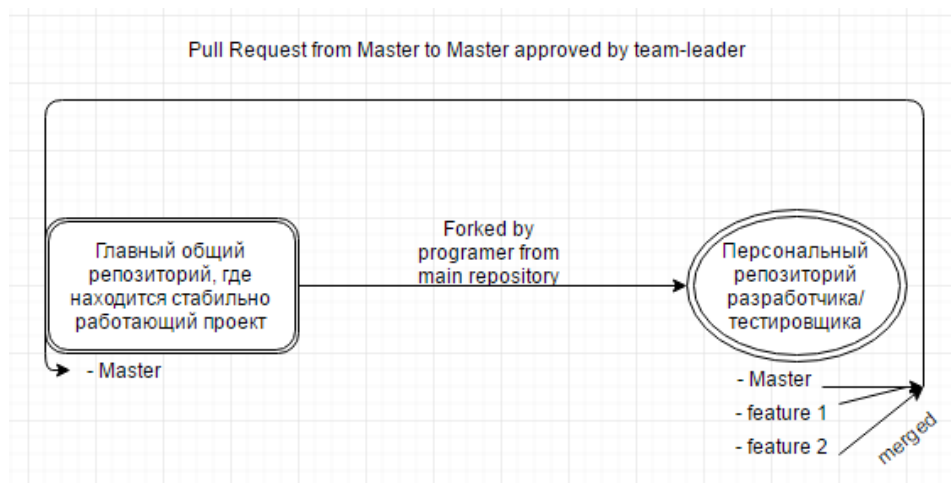


Рис. 2. Схема взаимодействия команды

В первую очередь ответственным исполнителем создается общий репозиторий (от англ. repository – хранилище), который будет наполняться по мере завершения проекта. В нем имеется только одна ветвь разработки по умолчанию – Master, здесь будет находиться стабильная протестированная версия проекта без недочетов, ошибок.

Затем разработчик или тестировщик выполняют команду Git fork (с англ. *вилка*), которая скопирует главный репозиторий и поместит его в профиль разработчика/тестировщика для самостоятельной доработки, то есть написания своей части большого проекта; например, таковой может являться лабораторная работа №11 «Расчет полого форсуночного скруббера» или отдельный проект, содержащий в себе модульные тесты для проверки библиотек, созданных программистом.

Нужно также отметить, что внутри своего репозитория разработчик/тестировщик может создавать несколько ветвей для разработки. Как правило, каждая новая ветвь репозитория должна соответствовать указаниям team – leader’a, выраженным в назначенной задаче в системе Jira. После завершения создания функционала, предусмотренного задачей и, соответственно, ветвью, последняя «сливается» в ветку Master при помощи функции Git merge (с англ. *сливать*). При каждом внесенном изменении в файлы необходимо создавать т.н. коммиты (от англ. *commit* – совершать) – особые отметки, о том, для чего были совершены изменения. Итогом работы программиста становится рабочая версия проекта в ветви Master.

Следующий шаг заключается в том, что разработчику или тестировщику необходимо наполнить общий репозиторий, для чего выполняется команда Git pull request (с англ. *отправить запрос*), генерирующая запрос к главному репозиторию на изменение (создание) в нем файлов, запись в который имеет право осуществлять только руководитель проекта. Team – leader просматривает этот запрос, при необходимости находит и устраняет конфликты, после чего принимает pull request от разработчика. Система *запрос – утверждение* исключает непредвиденное изменение главного репозитория, что в свою очередь делает маловероятным поломку всей программы в ветви Master главного репозитория.

На заключительном этапе создания проекта руководитель проекта должен создать главную экранную форму, собирающую воедино все модули, созданные программистами и разработчиками (рис. 3). После чего следуют заключительная сборка проекта и релиз.

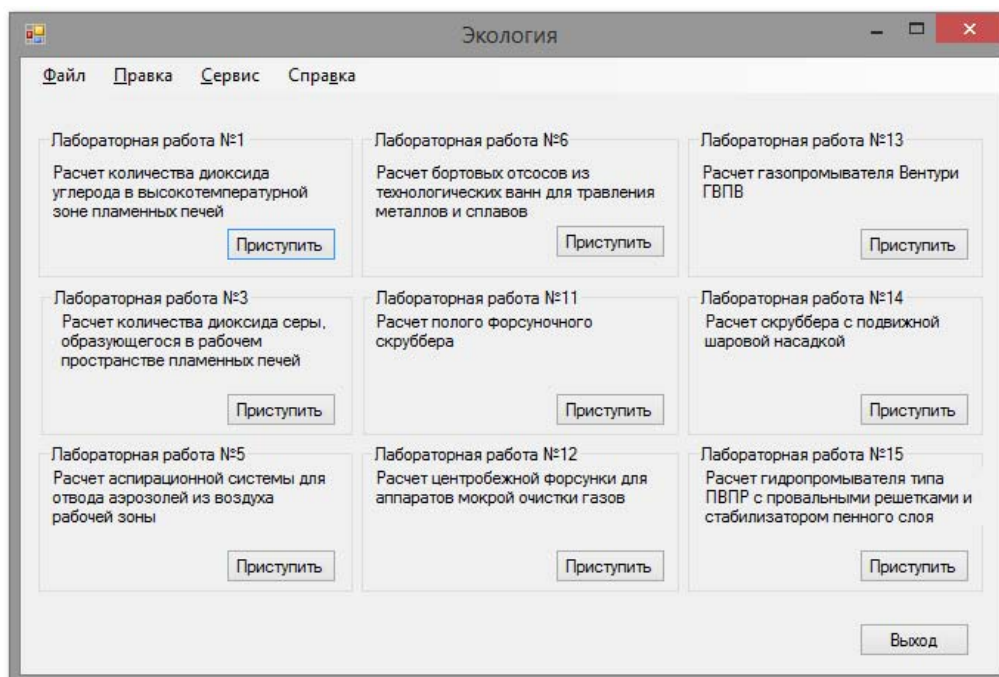


Рис. 3. Эскиз главной экранной формы

Таким образом, используя гибкую методологию разработки Agile, удалось заметно повысить эффективность работы команды, избежать т.н. смертельных маршей, конфликтных ситуаций внутри коллектива.

Список использованных источников

1. Мартин Р.К., Ньюкирк Дж.В., Косс Р.С. Быстрая разработка программ. Принципы, примеры, практика. – М.: Вильямс, 2004. – 752 с.
2. Вольфсон Б. Гибкие методологии разработки. URL: <http://adm-lib.ru/books/10/Gibkie-metodologii.pdf>.
3. Шакон С. Pro Git. URL: <https://git-scm.com/book/ru/v1>.

УДК 658.52.56

А. А. Бурыкин, Е. Н. Конюков

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ РАСЧЕТА ТРЕХЗОННОЙ МЕТОДИЧЕСКОЙ ПЕЧИ

Аннотация

Статья посвящена разработке программного продукта, который позволит рассчитывать основные показатели работы трехзонной методической печи, предоставлять пользователю результаты расчета в численном и графическом виде.

Ключевые слова: трехзонная методическая печь, расчет показателей, программный продукт.

Abstract

This article was presented development of software for calculating parameters of three-zone methodic furnance. The program shows results in numerical and graphical forms for users.

Keywords: three-zone methodical furnance, parameter's calculating, software.

В рабочем пространстве пламенных нагревательных печей протекают во взаимосвязи три процесса: горение топлива (тепловыделение), движение печных газов и теплообмен. Совокупность этих процессов называют тепловой работой печи.

Под расчетом трехзонной методической печи подразумеваются теплотехнические расчеты печи, используя закономерности внешнего теплообмена и теорию нестационарной теплопроводности. Определяется температурное поле и продолжительность нагрева металла, затем с помощью уравнения теплового баланса находится расход топлива, необходимый для осуществления предполагаемого технологического процесса, а также показатели тепловой работы печи в виде удельного расхода условного топлива ϵ , кг у.т./т, удельной производительности p , кг/(м²·ч) и КПД-η. Рассчитав эти показатели и получив результаты расчета теплового баланса, анализируют распределение по статьям введенной в печь теплоты и делают выводы относительно правильности выбора технических решений.

Нагреваемые изделия последовательно проходят через все зоны методической печи, имеющие различные температуры, и достигают перед окном выдачи такого теплового состояния, которое соответствует требованиям технологии. Поэтому расчет нагрева металла в таких печах можно выполнить поэтапно, рассчитывая теплообмен в характерных сечениях печи: 0, 1, 2 и 3. Расположение сечений и общую конструкцию печи можно увидеть на рис. 1.

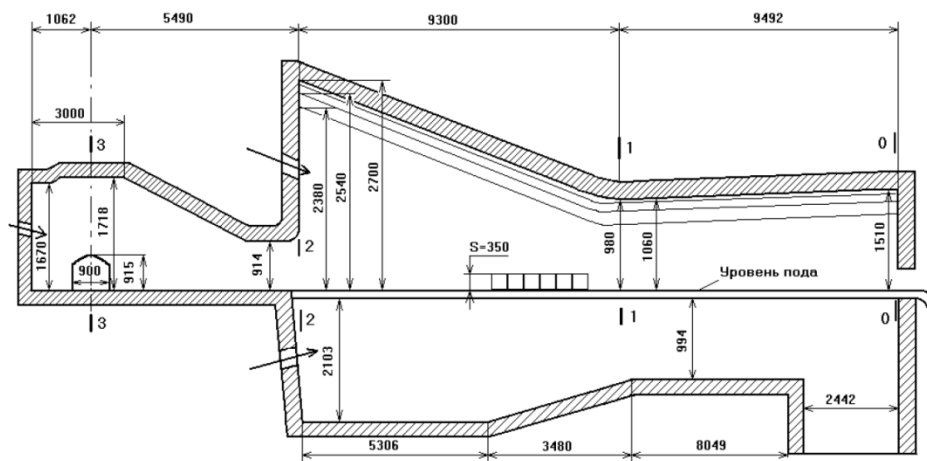


Рис. 1. Конструкция и внутренние размеры печи

Для возможности работы программы с несколькими вариантами расчета было решено хранить данные в базе данных. Так как ПО разрабатывается на C# в Visual Studio, логично будет использовать базу данных MS SQL.

База данных будет содержать 2 таблицы. Первая – для хранения исходных данных, вторая – для хранения результатов расчета. Структура таблиц приведена на рис. 2 и 3. Также в базе данных решено создать 2 хранимых процедуры, с помощью которых будем получать данные для отчетов.

Для взаимодействия приложения с базой данных было решено использовать Entity Framework – объектно-ориентированная технология доступа к данным. Данная технология позволяет гибко оперировать данными из БД без написания SQL-запросов.

	Имя	Тип данных	Допустимы значения NULL	По умолчанию
PK	Id	uniqueidentifier	<input type="checkbox"/>	
	HeatNatural	float	<input type="checkbox"/>	((0))
	HeatFull	float	<input type="checkbox"/>	((0))
	AirTemperature	float	<input type="checkbox"/>	((0))
	StartSteelTemperature	float	<input type="checkbox"/>	((0))
	FurnanceHeightZone1	float	<input type="checkbox"/>	((0))
	HeatBlast	float	<input type="checkbox"/>	((0))
	EndTopSteelTemperature	float	<input type="checkbox"/>	((0))
	EndBottomSteelTemperatu	float	<input type="checkbox"/>	((0))
	TorchType	int	<input type="checkbox"/>	((0))
	SteelTypeForDensity	int	<input type="checkbox"/>	((0))
	FurnanceWidth	float	<input type="checkbox"/>	((0))
	BarHeight	float	<input type="checkbox"/>	((0))
	BarThickness	float	<input type="checkbox"/>	((0))
	BarLength	float	<input type="checkbox"/>	((0))
	BarNumber	int	<input type="checkbox"/>	((0))
	GasTemperatureSector0	float	<input type="checkbox"/>	((0))
	WorkHeightSector0	float	<input type="checkbox"/>	((0))
	GasTemperatureSector1	float	<input type="checkbox"/>	((0))
	WorkHeightSector1	float	<input type="checkbox"/>	((0))
	TopSteelTemperatureSector	float	<input type="checkbox"/>	((0))
	GasTemperatureSector2	float	<input type="checkbox"/>	((0))
	WorkHeightSector2	float	<input type="checkbox"/>	((0))
	Created	datetime2(7)	<input type="checkbox"/>	
	FurnanceProductivity	float	<input type="checkbox"/>	((0))
	SteelTypeProperty	int	<input type="checkbox"/>	((0))
	Name	nvarchar(50)	<input type="checkbox"/>	('')

Рис. 2. Структура таблицы InputData

Обновить	Файл скрипта:	dbo.ResultData.sql		
	Имя	Тип данных	Допустимы значения NULL	По умолчанию
PK	Id	uniqueidentifier	<input type="checkbox"/>	
	ConsumptionTemperature	float	<input type="checkbox"/>	((0))
	SummaryHeatFlowSector0	float	<input type="checkbox"/>	((0))
	SummaryHeatFlowSector1	float	<input type="checkbox"/>	((0))
	SummaryHeatFlowSector1	float	<input type="checkbox"/>	((0))
	SummaryHeatFlowSector2	float	<input type="checkbox"/>	((0))
	BarTemperatureSection1	float	<input type="checkbox"/>	((0))
	BarTemperatureSection2	float	<input type="checkbox"/>	((0))
	BarTemperatureSection3	float	<input type="checkbox"/>	((0))
	AverageHeatFlowZone1	float	<input type="checkbox"/>	((0))
	AverageHeatFlowZone2	float	<input type="checkbox"/>	((0))
	HeatingTimeZone1	float	<input type="checkbox"/>	((0))
	HeatingTimeZone2	float	<input type="checkbox"/>	((0))
	HeatingTimeZone3	float	<input type="checkbox"/>	((0))
	HeatingTimeFull	float	<input type="checkbox"/>	((0))
	LengthZone1	float	<input type="checkbox"/>	((0))
	LengthZone2	float	<input type="checkbox"/>	((0))
	LengthZone3	float	<input type="checkbox"/>	((0))
	LengthFull	float	<input type="checkbox"/>	((0))
	Created	datetime2(7)	<input type="checkbox"/>	
	Name	nvarchar(50)	<input type="checkbox"/>	('')

Рис. 3. Структура таблицы ResultData

Приложение было решено разрабатывать на языке программирования C# в среде Visual Studio. Приложение будет использовать .NET Framework 4. Для графического отображения результатов было решено использовать ZedGraph – опенсорсная библиотека, предоставляющая богатый функционал для отображения графических данных. Графический интерфейс приложения создан с использованием Windows Forms в силу своей простоты и удобства.

Расчет трехзонной методической печи

Вариант Сервис Справка

Вариант из методики

Исходные данные

Характеристики заготовок

Высота заготовки	0,35
Длина заготовки	2
Конечная температура верхней поверхности заготовки	1200
Конечная температура нижней поверхности заготовки	1100
Начальная температура заготовки	20
Температура поверхности заготовки в сечении 1	750
Тип стали	Литая спокойная
Тип стали по содержанию элементов	Малоуглеродистая
Толщина заготовки	0,35
Число рядов заготовок	1

Характеристики печи

Высота рабочего пространства в зоне 1	1,06
Высота рабочей поверхности печи в сечении 0	1,51
Высота рабочей поверхности печи в сечении 1	0,98
Высота рабочей поверхности печи в сечении 2	2,54
Производительность печи	20
Тип горелок	Длиннопламенные
Ширина печи	2,6

Характеристики среды

Температура воздуха в рекуператоре	350
Температура газов в сечении 0	800
Температура газов в сечении 1	1230
Температура газов в сечении 2	1280

Характеристики топлива

Теплота сгорания всей смеси	16750
Теплота сгорания доменного газа	3350
Теплота сгорания природного газа	35588

Результаты

Время нагрева заготовок

В зоне 1	0
В зоне 2	0
В зоне 3	0
Общее время нагрева	0

Длины зон

Активная часть пода печи	23,84
Зона 1	8,23
Зона 2	9,84
Зона 3	5,77

Расчет горения топлива

Температура газовой среды в печи	1500,19
----------------------------------	---------

Средний тепловой поток

В зоне 1	69912,54
В зоне 2	74676,87

Температура массы слитка

В сечении 1	560,75
В сечении 2	1082,44
В сечении 3	1133,33

Удельный тепловой поток

В сечении 0	42812,97
В сечении 1 для зоны 1	94530,16
В сечении 1 для зоны 2	106395,21
В сечении 2	49992,1

Высота заготовки в метрах

Рассчитать

Активная часть пода печи метров

Рис. 4. Главная форма приложения

Приложение умеет отображать полученные результаты в графическом виде, что позволяет пользователю сделать визуальную оценку рассчитанных показателей. На рисунке 5 приведен пример графика. Всего в программе 5 типов графиков:

1. Время нагрева заготовок.
2. Тепловые потоки.
3. Длины зон.
4. Температуры заготовок.

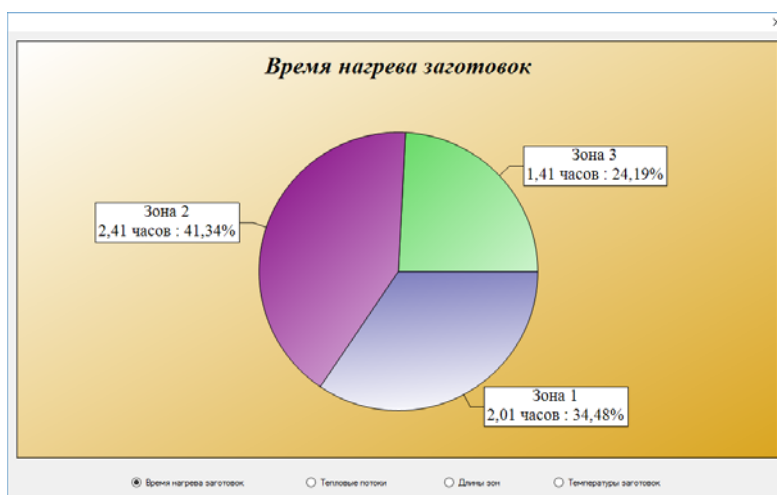


Рис. 5. Время нагрева заготовок

Список использованных источников

1. Расчет тепловой работы методической печи. Методическое пособие по выполнению курсового проекта / М.Д. Казяев, В.П. Маркин, Н.Б. Лошкарев. – Екатеринбург: УГТУ–УПИ, 2002. – 47 с.

2. Троелсен Э. C# и платформа .NET. Библиотека программиста / Э. Троелсен. – СПб.: Питер, 2006. – 796 с.

УДК 658.52.56

М. А. Бякова, И. А. Гурин, В. В. Лавров, Н. А. Спирин

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия

СОЗДАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ БИБЛИОТЕКИ В ПАКЕТЕ MATLAB ДЛЯ РАСЧЕТА ОПТИМАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИРОДНОГО ГАЗА В ГРУППЕ ДОМЕННЫХ ПЕЧЕЙ

Аннотация

В работе рассмотрены особенности разработки алгоритмического обеспечения для решения задачи оптимизации распределения природного газа. Приведены расчетные формулы и архитектура программы.

Ключевые слова: математическая библиотека, оптимизация, математическое программирование, Visual C#, MATLAB.

Abstract

The article discusses features of development of algorithmic support for solution of tasks of optimization of distribution of natural gas. Calculation of formulas and software architecture.

Keywords: optimization, mathematical programming, Visual C#, MATLAB, integration, Visual C#, coefficient matrix.

Цены на кокс и природный газ, согласно экономическим прогнозам, продолжают расти в ближайшей и долгосрочной перспективе. Поэтому в современных условиях резко возросла потребность в использовании автоматизированных систем комплексной оптимизации условий работы доменных печей и методов оперативного управления технологическим режимом доменной плавки. При заданном на доменный цех общем расходе ресурсов целесообразно иметь оперативную методику оценки эффективности использования топливно-энергетических ресурсов на отдельных доменных печах и осуществлять их оптимальное распределение. Решить эту задачу можно только на основе широкого использования современных методов математического моделирования и разработок на этой основе автоматизированных систем оптимизации распределения энергоресурсов [1].

Разработанная ранее автоматизированная система оптимального распределения инжектируемого топлива в режиме «советчик», была реализована в Visual Fortran. Она позволяет рекомендовать для инженерно-технологического персонала оптимальные параметры комбинированного дутья для каждой печи при изменении индивидуальных режимных параметров их работы, объема имеющихся топливно-энергетических ресурсов и конъюнктуры рынка. Она была успешно введена в эксплуатацию на ПАО «ММК». Однако, в связи с переходом предприятия на новую операционную систему, появилась необходимость в усовершенствовании программного обеспечения и использование новых программных средств для реализации алгоритма расчета.

Пользовательский интерфейс реализован в пакете Microsoft Visual Studio на языке программирования C#. В качестве математического модуля использовался пакет Microsoft Excel. Однако, при использовании пакета Microsoft Office Excel для решения задачи был выявлен ряд недостатков:

– максимальное количество ограничений в надстройке «Поиск решения» при нахождении целевой функции составляет 100. Данное ограничение не позволяет гибко решать задачу, настраивая ограничения на каждую печь;

– необходимость хранения отношений между данными приложения и соответствующими ячейками Excel-файла. Другими словами, логика работы клиентского приложения связана с реализацией модели оптимизации в Excel-файле, поэтому любое изменение модели оптимизации требует постоянной перенастройки диапазонов ячеек и перекомпиляции приложения;

– низкая скорость решения задачи. Действия с Excel-файлом осуществляются через открытие приложения Microsoft Office Excel в фоновом режиме. Открытие занимает большой промежуток времени, а выполнение операций чтения и записи осуществляется с задержкой.

Для устранения этих недостатков было принято решение использовать пакет MATLAB, который специально ориентирован на решение сложных математических задач. Его основное достоинство заключается в наличии сотен и тысяч встроенных математических функций и десятков вычислительных алгоритмов.

Архитектура усовершенствованной системы представлена на рис. 1.



Рис. 1. Архитектура системы

Отличительной особенностью MATLAB от других математических пакетов является наличие средств, которые позволяют использовать функционал, созданный в MATLAB, при разработке автономных приложений. Такая возможность реализуется с помощью продукта MATLAB Compiler. Данный продукт позволяет собирать модули в виде [2]:

- независимое приложение;
- C/C++ библиотеки (DLL в Windows, разделяемые библиотеки в Linux);
- программные компоненты, такие как классы Java, сборки .NET или надстройки Microsoft Excel для использования в других приложениях.

Приложения и библиотеки, созданные с помощью MATLAB Compiler, используют свободно распространяемое исполняемое ядро, называемое MATLAB Compiler Runtime (MCR). Это позволяет запускать приложения, которые используют MATLAB-функции, без необходимости установки дорогостоящей копии MATLAB.

Одним из инструментов для создания математических библиотек или внешних компонентов является Deployment Tool, представляющий собой графический интерфейс. Вызов данного инструмента осуществляется командой `deploytool`.

На рис. 2 представлено стартовое окно Deployment Tool, на котором предлагается выбрать тип и создать новый проект.

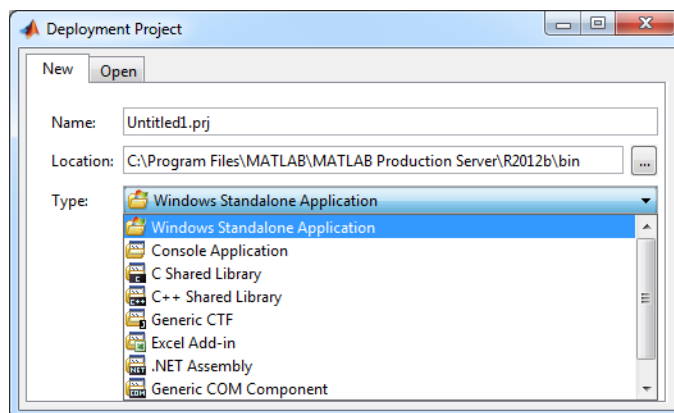


Рис. 2. Стартовое окно инструмента Deployment Tool в MATLAB

Название проекта определяет пространство имен, используемое в дальнейшем в Visual C#. Проект состоит из классов, которые в свою очередь включают М-файлы. Каждый М-файл включает одну функцию, которая вызывается как метод соответствующего класса в Visual C#.

Анализ нелинейности доменного процесса показал, что при решении задач оптимального распределения топливно-энергетических ресурсов, в силу относительно небольшого отклонения параметров от базового состояния, достаточно использовать линеаризованные зависимости.

Рассмотрим решение задачи линейного программирования в пакете MATLAB. Решение осуществляется с помощью функции `linprog` [3]. Функция `linprog` решает задачу линейного программирования в форме:

$$\begin{aligned} f^T \cdot x &\rightarrow \inf, \\ A \cdot x &\leq b, \\ lb &\leq x \leq ub. \end{aligned} \quad (1)$$

Основными входными данными функции `linprog` являются: вектор коэффициентов целевой функции f , матрица ограничений-неравенств A , вектор правых частей ограничений-неравенств b , матрица ограничений-равенств Aeq , вектор правых частей ограничений-равенств beq , вектор lb , ограничивающий план x снизу, вектор ub , ограничивающий план x сверху. На выходе функция `linprog` даёт оптимальный план x задачи (1) и экстремальное значение целевой функции $fval$.

Целевая функция примет вид:

$$Z(V_i) = \sum C_i \cdot V_i^{\text{ПГ}} \rightarrow \max,$$

$$\text{где } C_i = \alpha(e_i C_K - C_{\text{ПГ}}) + (1 - \alpha) \cdot C_{\text{П}} (\Delta \Pi_i^{\text{ПГ}} - e_i \Delta \Pi_i^K).$$

Здесь N – число печей в рассматриваемой группе (цехе); e_i – эквивалент замены кокса, кг кокса/(м³ ПГ); C_K – стоимость кокса, руб./кг; $C_{\text{ПГ}}$ – стоимость природного газа, руб./м³; $C_{\text{П}}$ – условно постоянный коэффициент, руб./т чугуна (принять $C_{\text{П}}=1$); $\Delta \Pi_i^{\text{ПГ}}$ – прирост производства чугуна при изменении расхода природного газа на i -ой печи, т чугуна/(м³ ПГ); $\Delta \Pi_i^K$ – прирост производства чугуна при изменении расхода кокса на i -ой печи, т чугуна/(кг кокса); $V_i^{\text{ПГ}}$ – расход природного газа на i -ой доменной печи, м³/ч.

Матрица ограничений неравенств A включает в себя ограничения в целом по цеху, а именно:

По расходу природного газа:

$$\sum a_{1i} * V_i^{\text{III}} \leq b_1, \text{ где } a_{1i} = 1, b_1 = V_{\Sigma}^{\Sigma};$$

V_{Σ}^{III} – резерв по расходу природного газа в целом по цеху, м³/ч.

По расходу кокса:

$$\sum a_{2i} * V_i^{\text{III}} \leq b_2, \text{ где } a_{2i} = 0,001 * e_i \quad b_2 = \sum [k_{0i} + 0,001 * e_i * V_{i,0}^{\text{III}}] - K_{\Sigma};$$

K_{0i} – расход кокса на i -ю печь в базовом периоде, т/ч; K_{Σ} – запасы кокса по цеху, т/ч;

V_{i0}^{III} – расход природного газа на i -ой печи в базовом периоде, м³/ч.

По объему производства чугуна:

$$\sum a_{3i} * V_i^{\text{III}} \geq b_3, \text{ где } a_{3i} = \Delta \Pi_i^{\text{III}} - e_i * \Delta \Pi_i^{\text{K}} \quad b_3 = \Pi_{\Sigma} + V_{i0}^{\text{III}} * (\Delta \Pi_i^{\text{II}} - e_i * \Delta \Pi_i^{\text{K}}) - \Pi_{i0};$$

Π_{Σ} – требуемое производство чугуна в цехе, т/ч; Π_{i0} – производительность i -ой печи по чугуну, т/ч.

Аналогичным образом формируются расчетные формулы для технологических ограничений на каждую из печей цеха, такие как обобщенный показатель низа печи, теоретическая температура горения, содержание кремния в чугуне, отношение теплоемкостей поток шихты и газа в верхней ступени теплообмена, учет полноты конверсии природного газа и газодинамического режима доменной плавки и содержание серы в чугуне.

Заключение

Использование пакета MATLAB для решения задачи оптимизации, в отличие от Microsoft Excel, позволяет гибко решать задачу, настраивая ограничения на каждую печь и увеличить скорость ее решения. При этом подход интеграции языка программирования с инженерным пакетом является нетривиальной задачей, он весьма интересен при решении широкого круга прикладных задач.

Список использованных источников

1. Спирин Н.А. Оптимизация и идентификация технологических процессов в металлургии: учебное пособие / Н.А.Спирин, В.В. Лавров, С.И. Паршаков, С.Г. Денисенко. – Екатеринбург: УГТУ – УПИ, 2006. – 307 с.

2. MATLAB Compiler [Электронный ресурс] // Официальный дистрибьютор MathWorks на территории России и СНГ: [web-сайт]. – Режим доступа: <http://matlab.ru/products/matlab-compiler> (дата обращения 26.04.2017).

3. MWArrayAPI Help [Электронный ресурс] // The MathWorks, Inc.: [web-сайт]. – Режим доступа: <http://www.mathworks.com/help/dotnetbuilder/MWArrayAPI/html/57290a83-9e6e-4179-a1b8-9fb0344544ce.htm> (дата обращения 26.04.2017).

УДК 004.724.4

А. В. Грачев, Т. В. Киселева

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»
г. Новокузнецк, Россия

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА УПРАВЛЕНИЯ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ СЕТЕВОЙ СТРУКТУРОЙ С ПОМОЩЬЮ ВЫДЕЛЕНИЯ УЗЛОВ-ПОСРЕДНИКОВ

Аннотация

Системы управления будущего поколения вычислительных сетей будут представлять собой комплексную распределенную систему с многочисленным оборудованием, в которых главными критериями надежности будут скорость и стабильность узлов передачи. Сове-

менные структуры в последнее время не имеют ярко выраженной иерархии и могут быть условно разделены по связке «узел-инициатор задачи + множество узлов-исполнителей».

Предложен способ управления распределенными сетевыми структурами с использованием промежуточного узла. Проведено моделирование, позволяющее оценить работу распределенной сетевой структуры (сегмента сети).

Ключевые слова: модель, распределенные сети связи, узлы связи, передача данных.

Abstract

The control systems of the future generation of computer networks will be a complex distributed system with numerous equipment, in which the main reliability criteria will be the speed and stability of the transmission nodes. Modern structures recently have no clearly expressed hierarchy and can be conditionally divided into a bundle "node-initiator of the task + a set of nodes-executors".

Keywords: model, distributed communication networks, communication nodes, data transmission.

Введение

Состояние узла определяется связями с другими узлами. Узел представляет собой аппаратно-программный комплекс, состоящий из набора аппаратных средств и программ управления. Поэтому при моделировании учтены как аппаратное, так и программное обеспечения [1].

Целью моделирования является поиск промежуточного узла посредника, способного взять на себя часть управляющих функций, а также проверка возможности замены результата моделирования на результаты прогноза. Для этого ранее было проведено прогнозирование состояния узлов тестовой выборки с использованием аппарата искусственных нейронных сетей (АИНС). Результат моделирования сравнивается с результатом прогнозирования.

Описание модели

Рабочие циклы вынуждены опираться на постоянно изменяющиеся условия работы. Показатель надежности при воздействии технической части рассчитывается по формуле:

$$Q_{\text{поср}} + 1 = f(U_{\text{загр}}) - f(p - 1) + f(T - 1), \quad (1)$$

где $Q_{\text{поср}} + 1$ – численный показатель надежности узла в момент времени t при последующем использовании;

$U_{\text{загр}}$ – занятость узла в момент времени, t ;

$p - 1$ – количество невыполненных задач (потери в долях);

$T - 1$ – временные затраты на предыдущем этапе.

Описанные выше переменные охватывают техническую составляющую, зависимую от работающего оборудования. Однако на любой рабочий процесс действуют также и не технические факторы.

Вторая часть модели описывает опыт и результаты использования сегмента ранее, с учетом воздействия на него внешних агрессивных факторов, т.е. тех, которые оказывают активные помехи на рабочий цикл:

$$Q_{\text{истр}} + 1 = f(U_{\text{агр}}) + f(S_{\text{опыт}}), \quad (2)$$

где $Q_{\text{истр}} + 1$ – численный показатель, определяемый исходя из оценки работы на предыдущих циклах в момент времени t ;

$U_{\text{агр}}$ – значение оценки отрицательных (агрессивных) факторов;

$S_{\text{опыт}}$ – показатель опыта использования узла на предыдущих этапах работы.

В итоге модель оценки решения о привлечении к выполнению задач конкретного узла выглядит так:

$$\begin{cases} Xt_{unp} + 1 = f(U_{загр}) - f(p - 1) + f(T - 1); \\ Q_{истр} + 1 = f(U_{азр}) + f(S_{опыт}). \end{cases} \quad (3)$$

Моделирование процесса произведено с помощью метода Монте-Карло в программном комплексе STATISTICA. Задачей моделирования являлось сравнение полученных результатов с результатами прогноза с помощью аппарата искусственных нейронных сетей, описанных в работе [2, 3], с целью проверки результатов работы представленного метода адаптивного управления и маршрутизации в распределенных сетевых структурах.

Результаты моделирования

В качестве инструментария использованы методы *имитационного моделирования*.

В качестве численного метода решения математических задач использован метод моделирования случайных величин – Монте-Карло.

Для оценки предполагаемых узлов применена следующая методика:

- 1) определено количество вероятных узлов из тестовой выборки данных;
- 2) определены граничные условия для каждого типа данных;
- 3) в качестве блока случайных величин для моделирования были определены промежутки вероятных значений для каждого типа данных;
- 4) проведено моделирование в границах выбранных промежутков для каждого типа данных;
- 5) результат моделирования сравнивался с прогнозом, сделанным с помощью аппарата искусственных нейронных сетей.

Результатом использования аппарата искусственных нейронных сетей является набор данных, содержащих предполагаемый прогноз состояния, с учетом характеристик, которые влияют на работу узлов и сегмента в целом. При моделировании были использованы тестовые наборы данных, распределенные по разным типам задач: передача видео, транзитные данные, активный обмен информацией и т.д.

Для процесса моделирования была выбрана тестовая выборка данных работы распределенной сетевой структуры на примере локальной вычислительной сети. Выборка была сделана для граничных условий каждого типа данных (видео, текст). Граничные условия устанавливают ограничение на наличие свободной широты канала для каждого типа данных. Моделирование проведено на тестовой выборке, приближенной к каждой из выбранных границ.

Для задачи, требующей широкий канал при постоянном активном потоке данных, результат представлен на рисунке 1.

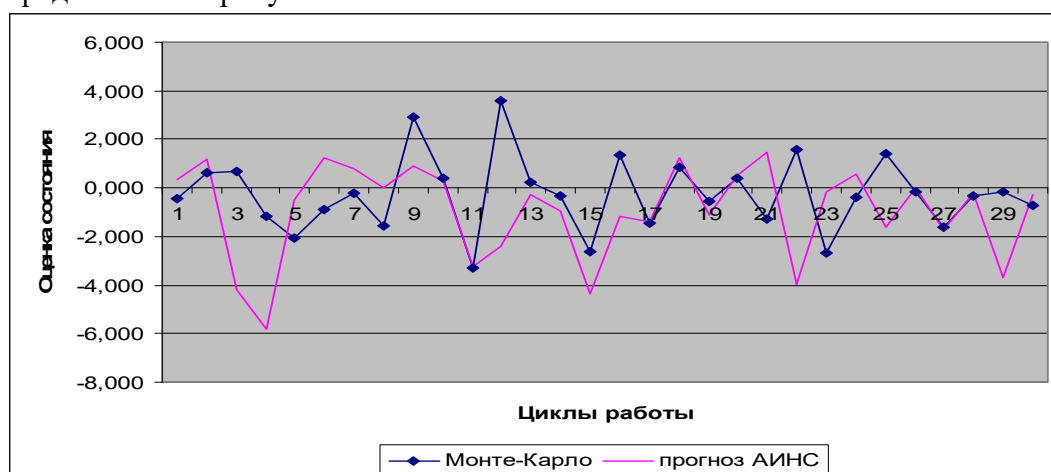


Рис. 1. Реализация для активного потока данных, полученная с помощью моделирования и прогноза (фрагмент)

Для задачи, требующей высокую доступность канала при потоке данных типа видео и аудио результат представлен на рис. 2.

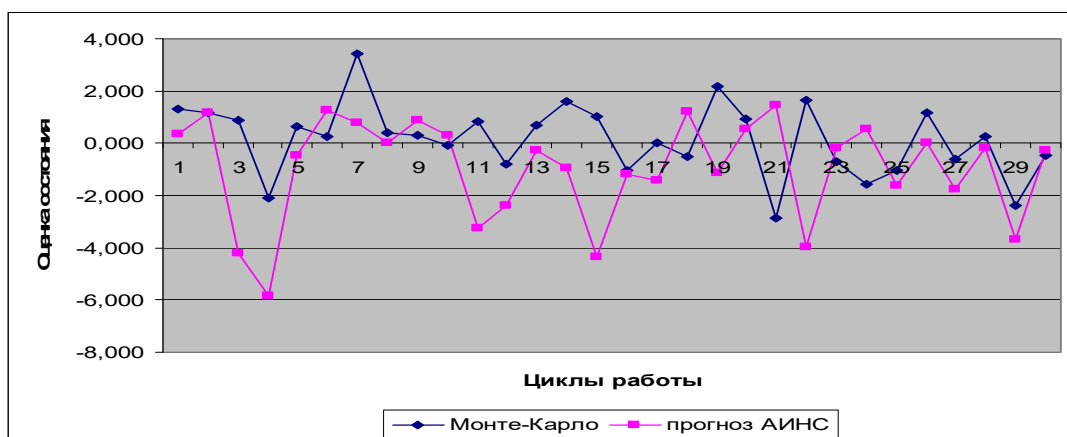


Рис. 2. Реализация для данных типа аудио видео, полученная с помощью моделирования и прогноза (фрагмент)

Для задачи, требующей среднюю доступность канала при транзитном (сервисном) потоке данных, результат представлен на рис. 3.

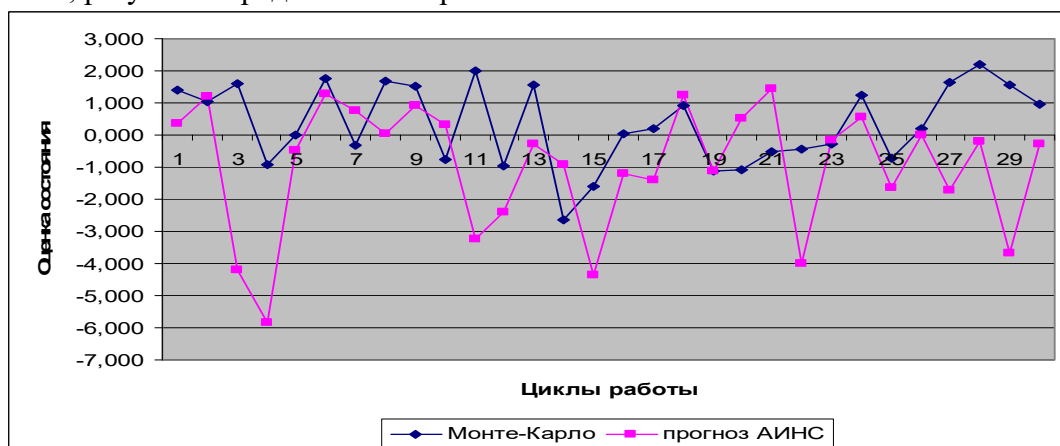


Рис. 3. Реализация для транзитного потока данных, полученная с помощью моделирования и прогноза (фрагмент)

Для задачи, требующую малую доступность канала при незначительном потоке данных (текст), результат представлен на рис. 4.

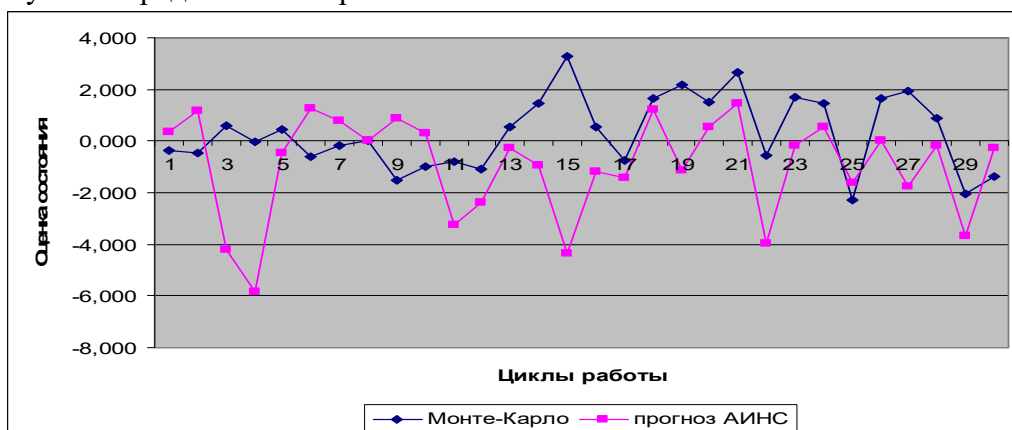


Рис. 4. Реализация результатов для незначительного или малого потока данных (фрагмент)

В таблице 1 приведено сравнение между прогнозом состояния узла с использованием АИНС и моделированием с помощью метода Монте-Карло. Для получения представленных в таблице данных произведен расчет среднее относительное среднемодульного отклонения (СМО).

Таблица 1

Сравнение результатов и отклонения моделирования с результатом прогнозирования по АИНС

	Постоянный активный поток (активный поток (активная передача) (на графике 1))	Постоянный активный поток (активный поток (активная передача) (на графике 2))	Высокая загрузка (аудио-видео) (на графике 3)	Высокая загрузка (аудио-видео) (на графике 4)	Транзитный поток (сервисные данные) (на графике 5)	Транзитный поток (сервисные данные) (на графике 6)	Малая загрузка (текст) (на графике 7)	Малая загрузка (текст) (на графике 8)	Незначительная загрузка (на графике 9)
Занятость узла (в долях)	0,1	0,3	0,2	0,5	0,4	0,8	0,7	0,9	1
Среднее относительное СМО, %	0,27	0,85	1,65	2,02	2,36	0,61	0,21	1,30	1,55
Прогноз АИНС	0,35	0,55	1,19	0,48	0,90	0,77	0,52	1,44	0,30

Исходя из полученных данных видно, что при загрузке узла полностью (0,7; 0,9; 1) и при незначительной загрузке (0,1; 0,2; 0,3) численное моделирование показывает наиболее близкие результаты к прогнозу АИНС. При средней загрузке модель показывает значительное расхождение с результатами прогнозирования нейронной сети. Это вызвано тем, что транзитный поток данных не однороден. Реализация результата моделирования и прогноза АИНС для одного выбранного узла-посредника, при работе с разными типами данных так же проиллюстрирована на рис. 5.

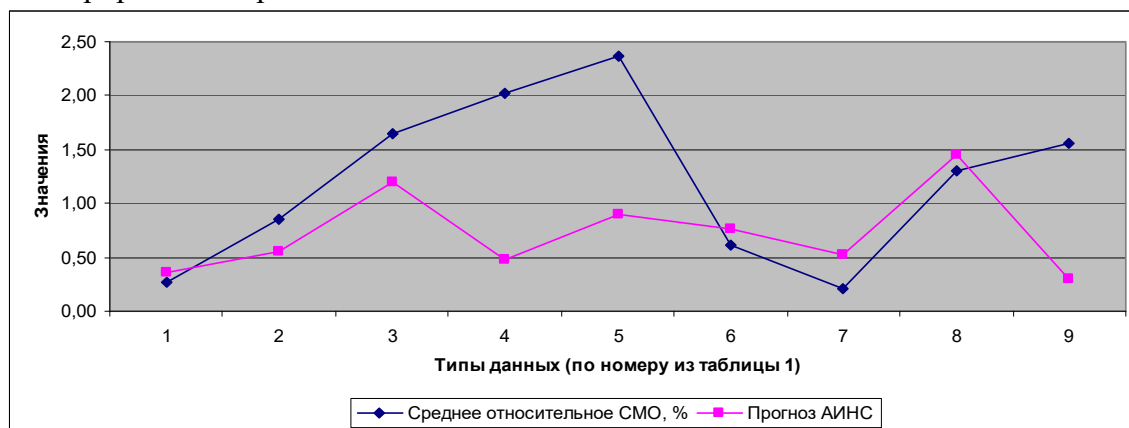


Рис. 5. Реализация результатов СМО с результатом прогнозирования по АИНС для выбранного узла

Проведенное моделирование по методу Монте-Карло показывает, применение АИНС возможно для автоматизации прогнозирования состояния распределенной сетевой структуры.

Заключение

Предложенный метод является одним из вариантов применения способов оценки для решения задачи оптимизации передачи значительного объема данных в глобальных вычислительных сетях. В результате получаем увеличение скорости передачи данных и повышение отказоустойчивости системы передачи в целом.

Список использованных источников

1. Ландэ Д.В., Снарский А.А., Безсуднов И.В. Интернетика: Навигация в сложных сетях: модели и алгоритмы / Д.В. Ландэ. – М.: Книжный дом "ЛИБРОКОМ", 2009. – 264 с.
2. О методе оценивания промежуточных узлов передачи данных для маршрутизации в иерархических сетях разной топологии / А.В. Грачев, Т.В. Киселева, А.С. Добрынин, Р.С. Койнов // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Системный анализ и информационные технологии. 2015. № 1. – С. 32–38.
3. О способе управления распределенной сетевой структурой и оценки её работы / А.В. Грачев, Т.В. Киселева // Труды Всероссийской научно-практической конференции с международным участием: Моделирование и наукоемкие информационные технологии в технических и социально-экономических системах. 2016. Ч. 2. – С. 188–192.

УДК 004.91

И. А. Гурин, Н. А. Спирин, В. В. Лавров, Н. И. Декун

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия

МЕТОДЫ РАБОТЫ С ДОКУМЕНТАМИ MICROSOFT WORD ПРИ РАЗРАБОТКЕ ВЕБ-СЕРВИСОВ

Аннотация

Определены основные задачи работы с текстовыми документами Microsoft Word при разработке веб-сервисов. Рассмотрены основные методы создания и редактирования текстовых документов на языке программирования PHP. Представлена реализация и описание решения, позволяющего генерировать персонализированные документы на основе шаблона.

Ключевые слова: веб-сервис, язык программирования, PHP, автоматизация, текстовый документ, Microsoft Word, редактирование, генерация, PHPWord.

Abstract

The main tasks of working with Microsoft Word text documents when developing web services are determined. The main methods of creating and editing text documents in the PHP programming language are considered. The implementation and description of the solution allowing to generate personalized documents based on the template is presented.

Keywords: Web service, programming language, PHP, automation, text document, Microsoft Word, editing, generating, PHPWord.

Тенденция развития современных информационных технологий характеризуются переходом к облачным вычислениям и автоматизированной обработке данных. Если рассмотреть данный процесс с точки зрения работы с электронными документами, то он предполагает переход от работы с офисными приложениями на локальной машине пользователя к работе с облачными веб-сервисами, в которых происходит заполнение, обработка и генерация готовых текстовых документов, электронных таблиц и др. Документы, которые раньше создавались, редактировались и хранились локально, сейчас сохраняются на удаленных сетевых дисках.

Рассмотрим круг решаемых задач при автоматизированной обработке данных электронных документов.

Первая задача связана с персонализацией электронного документа, т. е. адаптацией электронного документа к конкретному пользователю. Персонализированный электронный

документ формируется путем заполнения заданного макета индивидуальной пользовательской информацией, представляет собой конечный информационный продукт и не предполагает внесение новой индивидуальной информации в документ. При решении данной задачи процедура взаимодействия сервера с пользователем является однонаправленной. Примерами таких задач является формирование следующих видов документов: счет, накладная, договор, резюме.

Вторая задача связана с многократным использованием промежуточного документа, который модифицируется пользователем и передается обратно на сервер. Такая задача является двунаправленной и предназначена для получения дополнительной информации от пользователя и ее последующего сохранения на сервере. Например, при создании анкет формируется документ, передаваемый пользователю. В предусмотренные в документе поля пользователь вносит свои данные и передает документ обратно на сервер. Полученные данные сохраняются на сервере вместе с имеющейся информацией данного пользователя и могут быть использованы при генерации других документов [1].

Первая и вторая задачи автоматизированной обработки данных предполагают работу с шаблоном электронного документа. Шаблон представляет собой форматированный текстовый документ, в котором участок изменяемых данных заменен на последовательность специальных символов, позволяющих однозначно определить данный участок.

При решении первой задачи выполняется запись данных в шаблон, а при решении второй задачи осуществляется и запись, и чтение данных.

Редактор текстовых документов Microsoft Word является одним из наиболее популярных текстовых процессоров на сегодняшний день. Поэтому в работе рассмотрены методы автоматизированной обработки текстовых документов Microsoft Word.

1. COM-объекты. COM (Component Object Model – Объектная модель компонентов) – технология от компании Microsoft, заключающаяся в создании программного обеспечения на основе различных взаимодействующих компонентов, каждый из которых доступен для использования многими программами и процессами. В современных версиях Windows COM используется очень широко. На основе COM были созданы технологии: Microsoft OLE Automation, ActiveX и другие [2]. Данная технология позволяет создавать и редактировать документы любой сложности, для работы используется язык программирования Visual Basic for Applications (VBA) и Microsoft Office API. Недостатками данной технологии являются:

- необходимость установки пакета Microsoft Office и, соответственно, необходимость использования операционной системы из семейства Windows;
- низкая скорость создания или открытия нового документа, т.к. работа осуществляется через запуск Microsoft Word в фоновом режиме;
- большая избыточность кода даже при создании простых документов.

2. Объекты .NET. Для работы с данными объектами на языке программирования PHP требуется установка программной платформы .NET Framework. Класс DOTNET позволяет создавать объекты из сборок .NET, вызывать их методы и использовать их свойства [3]. Данное решение повторяет недостатки первого метода, но значительно повышает читаемость кода, отвечающего за обработку документа за счет использования объектно-ориентированного подхода .NET. Другим преимуществом данного метода является переносимость кода, отвечающего за генерацию документа, между программами, написанными на различных языках программирования, но на единой платформе .NET.

3. Библиотека PHPWord. Библиотека позволяет создавать новые документы, редактировать шаблоны документов и имеет следующие возможности [4]:

- вставка и форматирование разделов документа;
- вставка и форматирование текста;
- вставка разрывов текста;
- вставка разрывов страниц;
- вставка и форматирование изображений и бинарных OLE-объектов;
- вставка и форматирование водяных знаков;

- вставка верхних и нижних колонтитулов;
- вставка и форматирование таблиц;
- вставка собственных названий и таблиц содержания;
- вставка и форматирование списка элементов;
- вставка и редактирование гиперссылок;
- работа с шаблонами.

Для работы библиотеки требуется PHP версии 5.2 или новее, расширения `xml` и `ZipArchive`. Ее недостатком является поддержка работы только с файлами формата DOCX.

При загрузке шаблона `PHPWord` позволяет заменять введенные в формате `{var1}` переменные на реальные строковые данные.

На рисунке 1 показаны шаблон документа и документ с данными, сформированный с использованием библиотеки `PHPWord`.

<p><u>PHPWord Template Example</u></p> <p>The following table contains a few values that can be edited by the <u>PHPWord_Template</u> class. You just can edit single-line of text elements. The format and the rest of the document stay untouched.</p> <p>You just have to use the <u>PHPWord</u> search pattern like <u><code>{myReplacedValue}</code></u>.</p> <table> <tr><td rowspan="5">Data 1</td><td>Value 1:</td><td><code>{Value1}</code></td></tr> <tr><td>Value 2:</td><td><code>{Value2}</code></td></tr> <tr><td>Value 3:</td><td><code>{Value3}</code></td></tr> <tr><td>Value 4:</td><td><code>{Value4}</code></td></tr> <tr><td>Value 5:</td><td><code>{Value5}</code></td></tr> <tr><td rowspan="5">Data 2</td><td>Value 6:</td><td><code>{Value6}</code></td></tr> <tr><td>Value 7:</td><td><code>{Value7}</code></td></tr> <tr><td>Value 8:</td><td><code>{Value8}</code></td></tr> <tr><td>Value 9:</td><td><code>{Value9}</code></td></tr> <tr><td>Value 10:</td><td><code>{Value10}</code></td></tr> </table> <p>Today is <code>{weekday}</code> and it is <code>{time}</code>. Thanks for reading.</p>			Data 1	Value 1:	<code>{Value1}</code>	Value 2:	<code>{Value2}</code>	Value 3:	<code>{Value3}</code>	Value 4:	<code>{Value4}</code>	Value 5:	<code>{Value5}</code>	Data 2	Value 6:	<code>{Value6}</code>	Value 7:	<code>{Value7}</code>	Value 8:	<code>{Value8}</code>	Value 9:	<code>{Value9}</code>	Value 10:	<code>{Value10}</code>
Data 1	Value 1:	<code>{Value1}</code>																						
	Value 2:	<code>{Value2}</code>																						
	Value 3:	<code>{Value3}</code>																						
	Value 4:	<code>{Value4}</code>																						
	Value 5:	<code>{Value5}</code>																						
Data 2	Value 6:	<code>{Value6}</code>																						
	Value 7:	<code>{Value7}</code>																						
	Value 8:	<code>{Value8}</code>																						
	Value 9:	<code>{Value9}</code>																						
	Value 10:	<code>{Value10}</code>																						
<p><u>PHPWord Template Example</u></p> <p>The following table contains a few values that can be edited by the <u>PHPWord_Template</u> class. You just can edit single-line of text elements. The format and the rest of the document stay untouched.</p> <p>You just have to use the <u>PHPWord</u> search pattern like <u><code>{myReplacedValue}</code></u>.</p> <table> <tr><td rowspan="5">Data 1</td><td>Value 1:</td><td>Sun</td></tr> <tr><td>Value 2:</td><td>Mercury</td></tr> <tr><td>Value 3:</td><td>Venus</td></tr> <tr><td>Value 4:</td><td>Earth</td></tr> <tr><td>Value 5:</td><td>Mars</td></tr> <tr><td rowspan="5">Data 2</td><td>Value 6:</td><td>Jupiter</td></tr> <tr><td>Value 7:</td><td>Saturn</td></tr> <tr><td>Value 8:</td><td>Uranus</td></tr> <tr><td>Value 9:</td><td>Neptun</td></tr> <tr><td>Value 10:</td><td>Pluto</td></tr> </table> <p>Today is Monday and it is 12:12. Thanks for reading.</p>			Data 1	Value 1:	Sun	Value 2:	Mercury	Value 3:	Venus	Value 4:	Earth	Value 5:	Mars	Data 2	Value 6:	Jupiter	Value 7:	Saturn	Value 8:	Uranus	Value 9:	Neptun	Value 10:	Pluto
Data 1	Value 1:	Sun																						
	Value 2:	Mercury																						
	Value 3:	Venus																						
	Value 4:	Earth																						
	Value 5:	Mars																						
Data 2	Value 6:	Jupiter																						
	Value 7:	Saturn																						
	Value 8:	Uranus																						
	Value 9:	Neptun																						
	Value 10:	Pluto																						

Рис. 1. Шаблон (слева) и документ с данными (справа), сформированный с использованием библиотеки `PHPWord`

Недостатком при работе с шаблонами в библиотеке `PHPWord` является, например, отсутствие возможности замены изображений. Поэтому предложен вариант, позволяющий как работать с переменными строками в шаблоне по аналогии с библиотекой `PHPWord`, так и осуществлять замену изображений.

4. Собственная реализация автоматизированной обработки текстовых документов. Документы Microsoft Word с расширением DOC являются бинарными файлами, а документы с расширением DOCX представляют собой файлы в открытом формате Office Open XML. Office Open XML – серия форматов файлов для хранения электронных документов пакетов офисных приложений – в частности, Microsoft Office. Формат представляет собой zip-архив, содержащий текст в виде XML, графику и другие данные [5].

Исходя из вышесказанного можно отметить, что работа с документами в формате DOC затруднена из-за отсутствия документации о структуре файла. Работа с файлами DOCX, наоборот, достаточно проста за счет открытости формата.

Единственным требованием для работы с документами с расширением DOCX, как и для работы библиотеки `PHPWord`, является наличие расширения `ZipArchive`.

Рассмотрим скрипт, выполняющий замену шести строковых переменных и одного изображения. Текст документа хранится в XML-файле `word/document.xml`, замена осуществляется строковой функцией `str_replace` без использования специализированных библиотек

для работы с XML. Замена изображения осуществляется удалением исходного и добавлением нового изображения в zip-архив под прежним именем. Изображения хранятся в папке *word/media*. Файл “my_photo.png” заменяет текущий файл “image1.png”. Далее приведен исходный код скрипта.

```
<?php

define('ROOTPATH', getcwd());

if( is_file(ROOTPATH . '/tmp/template_copy.docx') )
{
    unlink(ROOTPATH . '/tmp/template_copy.docx');
}
copy(ROOTPATH . '/template.docx', ROOTPATH . '/tmp/template_copy.docx');

$zip = new ZipArchive();

if( $zip->open(ROOTPATH . '/tmp/template_copy.docx') )
{
    $xmlstr = $zip->getFromName('word/document.xml');

    $xmlstr = str_replace('${FIO}', 'Гурин Иван Александрович', $xmlstr);
    $xmlstr = str_replace('${AGE}', 26, $xmlstr);
    $xmlstr = str_replace('${EDUCATION}', 'высшее', $xmlstr);
    $xmlstr = str_replace('${WORK_PLACE}', 'Уральский федеральный университет', $xmlstr);
    $xmlstr = str_replace('${POST}', 'аспирант', $xmlstr);
    $xmlstr = str_replace('${SKILLS}', 'Автоматизация, C#, PHP, MySQL', $xmlstr);

    $zip->addFromString('word/document.xml', $xmlstr);
    $zip->addFile(ROOTPATH . '/my_photo.png', 'word/media/image1.png');
    $zip->close();
}
?>
```

Результатом работы данного скрипта является создание нового файла с данными, который находится по адресу “/tmp/template_copy.docx”.

На рисунке 2 показаны шаблон документа и документ с данными, сформированный с использованием приведенного скрипта.



Рис. 2. Шаблон (слева) и документ с данными (справа), сформированный скриптом на языке программирования PHP

Представленный пример не является универсальным средством для работы с шаблонами документов Microsoft Word. Однако, он показывает простоту создания и обработки документов в формате Office Open XML. Этот формат, помимо текстовых документов, включает хранение электронных таблиц и презентаций.

Стоит отметить, что Office Open XML является форматом по умолчанию для приложений Microsoft Office 2007 и более поздних [5]. Однако, часто при документообороте встречаются документы с расширением DOC, созданные в пакете Microsoft Office 2003. Третий и четвертый методы решения не поддерживают работу с такими документами. В этом случае можно использовать конвертер, который первоначально преобразует файл с расширением DOC в файл формата Office Open XML с расширением DOCX. В качестве конвертера может использоваться пакет OpenOffice, обращение к которому производится из командной строки.

Список использованных источников

1. Миронов В.В. Информационная технология персонализации электронных документов Microsoft Office в WEB-среде на основе XML / В.В. Миронов, Г.Р. Шакирова, В.Э. Яфаев // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. 2008. №2. С. 112-122.
2. Сухов К. Возможности языка PHP. Работа с приложениями посредством технологии COM / К. Сухов. Системный администратор. 2010. № 3. С. 70-74.
3. DOTNET Manual [Электронный ресурс] // The PHP Group: [web-сайт]. – Режим доступа: <http://php.net/dotnet> (дата обращения 12.04.2017).
4. PHPWord [Электронный ресурс] // CodePlex: хостинг проектов для открытого программного обеспечения: [web-сайт]. – Режим доступа: <https://phpword.codeplex.com/> (дата обращения 12.04.2017).
5. Office Open XML [Электронный ресурс] // Википедия. Свободная энциклопедия: [web-сайт]. – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Office_Open_XML (дата обращения 12.04.2017).

УДК 004.91

С. А. Дианов, В. Г. Лисиенко

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия

ПОИСК ВЫБРОСОВ В МНОГОМЕРНОМ МАССИВЕ ДАННЫХ

Аннотация

В докладе изложена проблема наличия выбросов в базах данных производственных процессов. Рассмотрена процедура обработки данных, направленная на поиск выбросов. Произведено сравнение различных методов поиска выбросов.

Ключевые слова: нахождение выбросов, предварительная обработка данных, идентификация процесса, робастность.

Abstract

The problem of outliers in industrial processes databases is outlined. The outlier detection data preprocessing procedure is examined. The different ways of outlier detection are compared.

Keywords: outlier detection, data preprocessing, process identification, robustness.

Моделирование технологических процессов методом «чёрного ящика» требует сбора большого количества данных, полученных путём сохранения мгновенных значений факторов и откликов в базу данных. Такие методы моделирования подвержены значительному искажениям, связанным с содержащимися в выборке резко выделяющихся наблюдений. Они могут возникать из-за несовершенства измерительного оборудования, нестабильности процесса, человеческого фактора. Все эти обстоятельства ведут к затруднению идентификации производственного процесса. Поэтому перед моделированием эти данные

нужно подвергнуть подготовке, направленной на обнаружение и изъятие из выборки резко выделяющихся наблюдений.

Для их нахождения предложено большое количество методов, основанных на анализе разброса данных и квантили распределения. Но большинство из них, например, критерий Смирнова или критерий Диксона [1], предназначены для анализа каждой переменной промышленного процесса в отдельности, что может быть недостаточно эффективно, когда эти переменные тесно связаны, а кроме того, они не дают хороших результатов, когда выборка достаточно большая и выбросов в ней больше одного. Значение каждой переменной может и не выделяться из общего массива, но вкупе они могут искажать данные достаточно сильно, чтобы затруднить идентификацию. В этом случае возможно применение методов, основанных на анализе многомерного массива данных. Таких методов тоже достаточно много, но их объединяет одно свойство: каждая величина в рассматриваемом векторе должна быть нормально распределена. В противном случае эти методы могут не дать хороших результатов.

К разрабатываемому методу предъявляются следующие требования:

- простота математического аппарата и программной реализации;
- возможность обрабатывать данные в реальном времени.

Метод позволяет определить, принадлежит ли та или иная точка к данной выборке. Он основан на простом анализе среднего арифметического и стандартного отклонения. В случае, если рассматриваемая точка не принадлежит выборке, то её удаление значительно изменит стандартное отклонение. Пороговый уровень изменения стандартного отклонения (α) является настраиваемым параметром метода.

Имеется матрица X , состоящая из n строк (векторов) и m столбцов (переменных процесса). Для каждого столбца матрицы вычисляется среднее арифметическое и среднеквадратичное отклонение. Затем исходная матрица X масштабируется по формуле (1):

$$X'_{i,j} = \frac{(X_{i,j} - m_i)}{s_i}, \quad (1)$$

где m_i — среднее значение i -й переменной; s_i — стандартное отклонение i -й переменной.

Получается матрица, приведённая к единичному стандартному отклонению и нулевому среднему арифметическому. Это необходимо для того, чтобы влияние каждой переменной на результат было одинаковым. После этого находят Евклидову метрику каждого вектора по формуле (2):

$$L = \sqrt{\sum X_i'^2}. \quad (2)$$

За точку, подозреваемую в выбросе, принимают ту, для которой значение L будет наибольшим. Удаляют эту точку из матрицы X' и вычисляют для неё стандартное отклонение. Если в получившемся векторе стандартного отклонения содержится хотя бы одно число, меньшее α , то точку признают выбросом и удаляют её из матрицы X . После этого заново вычисляют матрицу X' и находят Евклидову метрику каждого вектора. Находят наибольшее значение в матрице L и исследуют соответствующую точку на выброс. Процесс продолжают до тех пор, пока в векторе стандартного отклонения, получившемся после удаления точки из матрицы X' , не останется значений, меньших α .

Проверим этот метод на некоторой выборке, состоящей из девяти переменных и 600 наблюдений, $\alpha=0,97$. Что представляют из себя эти переменные — в данном случае не имеет значения. Фрагмент выборки представлен в таблице 1.

Каждая анализируемая величина подчиняется нормальному закону распределения, поэтому к ним можно применять представленный алгоритм. После выполнения алгоритма получен результат, что наблюдения под номерами [210, 211, 212, 380, 383, 387, 389, 393, 400] являются выбросами. Удалим эти наблюдения из выборки и сравним статистические характеристики исходной и полученной выборки.

Увеличение стандартного отклонения в некоторых переменных говорит о том, что в удалённых наблюдениях их значение было близко к среднему.

Таблица 1

Фрагмент исходной выборки

Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9
5950	68,9	620,2	142,2	19	1481	8,2	798,5	8290
5950	68,3	628,1	145,2	23,5	1501	8,8	795,3	8659
5950	67	627,3	139,3	22,5	1475	9,3	801,8	8826
5950	66,4	629,3	141	21,5	1471	8,7	795,3	8725
5950	64	626	140,6	20	1495	7,6	792	8663

Таблица 2

Статистические характеристики результата

	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9
Среднее (до)	6014,3	75,05	624,14	138,88	20,97	1489,93	9,64	794,54	9126,6
Среднее (после)	6016,1	75,1	625,4	138,96	20,96	1489,97	9,63	795,7	9128,0
Станд. откл. (до)	71,25	5,44	16,13	12,64	1,54	17,88	0,88	16,85	302,3
Станд. откл. (после)	70,37	5,42	11,88	12,67	1,55	17,92	0,87	13,94	301,5
Мин. (до)	5750	62,7	523,6	103,3	16	1403	7,3	711,7	7565
Мин. (после)	5750	62,7	546,2	103,3	16	1403	7,3	721	7565
Макс. (до)	6100	90,7	642,1	165,9	25,5	1546	11,9	836,5	9920
Макс. (после)	6100	90,7	642,1	165,9	25,5	1546	11,9	836,5	9920

По данным таблицы 2 можно сделать вывод, что в представленной выборке содержалось небольшое количество выбросов, которые слабо влияли на статистические характеристики. Сравним получившиеся результаты с результатами, полученными по методам, предложенным Zeng, Gao [2]. Метод Resampling Half Means (RHM) на этой выборке признал выбросами следующие точки: [211 212 380 387 389 393 400]. Все эти точки присутствуют в результатах, полученных на методе отброса по отклонению. Анализ статистических характеристик исходной и полученной выборки дал те же результаты. Однако этот метод стохастичен, так как в нём нужно несколько раз случайным образом извлекать половину исходной выборки. Поэтому он время от времени может давать разные результаты. Метод, предложенный теми же авторами, основанный на метрике Махаланобиса, признал выбросами следующие точки: [211 212 387 392 393 400 401 412], что так же согласуется с другими методами.

Таким образом, предложенный метод способен решать поставленную задачу, прост в программной реализации, его результаты согласуются с результатами, полученными с помощью других методов.

Список использованных источников

1. Методы планирования и обработки результатов инженерного эксперимента: учебное пособие / Н.А. Спирин, В.В. Лавров, Л.А. Зайнуллин, А.Р. Бондин, А.А. Бурыкин; под общ. ред. Н.А. Спирина. – Екатеринбург: ООО «УИНЦ», 2015. – 284 с.

2. Zeng J., Gao C. Improvement of identification of blast furnace ironmaking process by outlier detection and missing value imputation // Journal of Process Control. 2009. № 9 (19). С. 1519–1528.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ СТРУЙНОГО КОМПРЕССОРА В ANSYS FLUENT С КОНТРОЛЕМ АДЕКВАТНОСТИ РАСЧЕТОВ

Аннотация

В данной работе приводятся расчёты основных параметров струйного парового компрессора с помощью методов численного моделирования в программном продукте Ansys Fluent [1], адекватность которых затем проверяется с помощью аналитической модели [2]. Геометрия проточной части аппарата была задана на основании предварительного конструктивного расчёта [2]. Построенные с помощью Ansys Fluent поля температур и чисел Маха в продольном сечении струйного парового компрессора соответствуют основным законам механики и термодинамики сплошных сред. Был определён диапазон числа Куранта в решателе Ansys Fluent, при котором возможно нахождение правильного решения. Рассчитанные коэффициент инжекции и температура смешанного потока на выходе из аппарата по обеим методикам совпали с достаточной точностью, что позволяет использовать численное моделирование для инженерных расчётов.

Ключевые слова: струйный компрессор, водяной пар, аналитическая модель, численное моделирование, коэффициент инжекции, температура, число Куранта.

Abstract

The article includes calculation of the key parameters of the steam jet compressor using numerical simulation in the Ansys Fluent CFD code [1]. The numerical results were then tried and tested using analytical model [2]. The apparatus flow channel geometry was specified on the basis of the preliminary design simulation carried out in [2]. The contours of temperature and Mach number in the steam jet compressor longitudinal cross section plotted in the Ansys Fluent are in well agreement with flow mechanics and thermodynamics. The Courant number diapason for obtaining proper solution in the Ansys Fluent solver was determined. The entrainment ratio and mixed flow temperature at the apparatus outlet simulated using both methods agreed well enough with each other allowing us to use the CFD modelling for engineering analysis.

Keywords: jet compressor, water vapor, analytical model, numerical simulation, entrainment ratio, temperature, Courant number.

Введение

Газофазные струйные аппараты сегодня используются в таких отраслях промышленности, как, например, энергетика, машиностроение, металлургия и химическое производство. Одной из основных моделей для расчёта таких аппаратов является одномерная полуэмпирическая аналитическая модель, описанная в [2]. Большим недостатком данной модели является необходимость подбора коэффициентов скорости потоков, что требует проведения экспериментов. Тем временем, информационная революция вывела на современный рынок такие программные продукты, как Ansys Fluent, которые позволяют наиболее близко к эксперименту моделировать различные физические процессы в технике.

Целью исследований была проверка методики тестирования адекватности результатов расчёта струйных насосов в пакетах инженерного моделирования. Работа выполнена на кафедре теплоэнергетики и теплотехники УралЭНИН УрФУ при проведении учебных занятий с магистрами по курсу «Научные и инженерные расчёты в современных компьютерных про-

граммах». Методику планируется применить для расширения постановки задач при создании учебно-справочного комплекса моделей базовых объектов технической теплофизики [3, 4].

Постановка задачи

Обычно используются два вида постановки задачи по моделированию работы струйного аппарата. В первом случае, известны параметры рабочего и инжектируемого потоков, такие как температура, давление и удельный объём, также известно давление смешанного потока на выходе из аппарата P_c , необходимо найти коэффициент инжекции аппарата u :

$$u = \frac{G_n}{G_p}, \quad (1)$$

где G – массовый расход теплоносителя, индексы «р», «н» и «с» означают рабочий, инжектируемый и смешанный потоки, соответственно.

Другой тип задачи при прочих равных условиях предполагает нахождение давления P_c по известному коэффициенту инжекции аппарата u .

В данном исследовании рассматривается первый вид постановки задачи. В сопло (4) струйного компрессора, геометрия проточной части которого была задана на основании предварительного конструктивного расчёта [2] и показана на рис. 1, подаётся рабочий поток – водяной пар при температуре $T_p = 673$ К и давлении $P_p = 30$ атм. Снизу во всасывающую камеру (1) подаётся инжектируемый поток – водяной пар при температуре $T_n = 453$ К и давлении $P_n = 3$ атм. Рабочий поток, расширяясь в сопле Лавалья (4) и на некотором расстоянии после него, разгоняется до сверхзвуковой скорости, создавая разрежение и увлекая инжектируемый поток в камеру смешения (3), где потоки обмениваются энергией. Далее смешанный поток попадает в диффузор (2), где происходит повышение его давления до требуемого значения $P_c = 6$ атм. Необходимо найти коэффициент инжекции u , а также температуру смешанного потока T_c на выходе из аппарата.

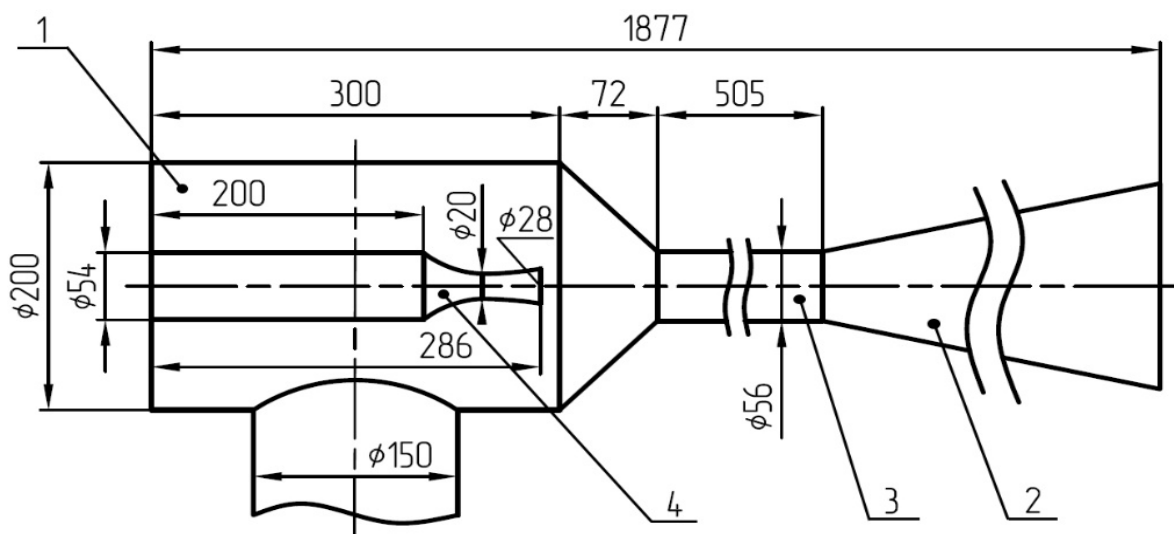


Рис. 1. Геометрия проточной части струйного компрессора

Численное моделирование в Ansys Fluent

Данная задача была решена численно в программном пакете Ansys Fluent 12.0 [1]. Геометрия проточной части, показанная на рис. 1, была воссоздана сплошной, и лишь стенка сопла была выполнена в виде полости внутри расчётной области для того, чтобы отделить рабочий поток в сопле (4) от инжектируемого потока во всасывающей камере (1). Число элементов расчётной сетки в модели равнялось 82673. В расчёте водяной пар считался идеальным газом, теплоёмкость рассчитывалась по встроенной в программу полиномиальной зависимости, теплопроводность и динамическая вязкость высчитывались исходя из кинетической теории. Турбулентность моделировалась согласно модели RNG k-epsilon. Наибольшую важность для получения верного решения является указание критерия Куранта (Courant

Number) при настройке решателя. Согласно учебным материалам по Ansys Fluent [5], рекомендованный диапазон значений числа Куранта для задач с течениями на околозвуковых скоростях – от 10 до 100, причём чем выше его значение, тем быстрее алгоритм может найти решение, но тем выше риск возникновения невязок при решении системы балансовых уравнений, особенно при недостаточно подробно построенной сетке. В данном случае решение находилось лишь при значениях числа Куранта не превышающих 3. Это может быть связано с тем, что в районе сверхзвукового сопла скорость потока превышала скорость звука более чем в 2 раза, что сильно усложнило задачу. Критериями нахождения правильного решения в данном случае являлись, во-первых, достижение минимума невязок при решении системы балансовых уравнений, во-вторых, достижение постоянного независимого от номера итерации массового расхода смешанного потока на выходе из эжектора.

В результате численного моделирования было установлено, что массовый расход рабочего потока $G_p = 1,114$ кг/с, а инжектируемого $G_n = 0,601$ кг/с, отсюда коэффициент инжекции u равен 0,54. На рис. 2 показано поле температур в продольном сечении моделируемого аппарата в диапазоне от 347 до 673 К. На выходе из сопла видны области с температурой ниже начальной температуры самого холодного, инжектируемого, потока – подобное падение температуры объясняется эффектом Джоуля-Томсона [6]. Средняя же температура смешанного потока T_c на выходе из струйного компрессора составляет 596 К.

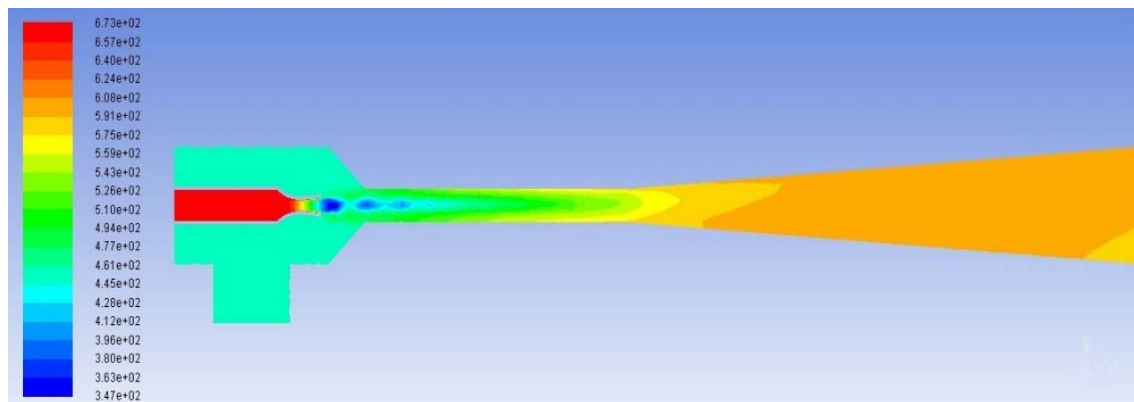


Рис. 2. Поле температур в продольном разрезе проточной части аппарата (на шкале слева показана температура в Кельвинах)

На рис. 3 показано поле чисел Маха в продольном сечении моделируемого аппарата в диапазоне от 0,003 до 2,461. Видно, что в сопле Лавалья, а также на некотором расстоянии от него согласно принципу обращения воздействия число Маха превышает 1, то есть поток движется со сверхзвуковой скоростью. Также из этого поля видно, что струя стремится прилипнуть к верхней стенке аппарата согласно эффекту Коанда [6].

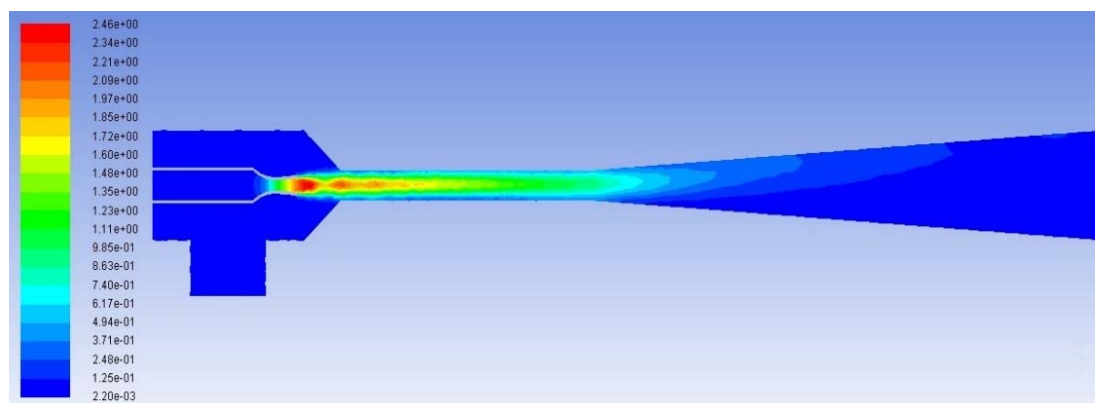


Рис. 3. Поле чисел Маха в продольном разрезе проточной части аппарата (на шкале слева показаны величины чисел Маха)

Проверка адекватности численного решения с помощью аналитической модели

Для проверки адекватности численного решения использовалась аналитическая методика, изложенная в [2]. Коэффициент инжекции u можно найти из уравнения:

$$\frac{P_c}{P_H} = \frac{1}{\Pi_{c2}} \left\{ \Pi_{p3} \frac{P_p}{P_H} \frac{f_{p3}}{f_2} + \Pi_{H3} \frac{f_{H2}}{f_3} + \frac{k \cdot \Pi_4}{\varphi_d} \frac{P_p}{P_H} \frac{f_{p4}}{f_3} \times \right. \\ \left. \times [K_p \cdot \lambda_{p2} + K_H \cdot u \cdot \sqrt{\theta} \cdot \lambda_{p3} - (1 + u \cdot \sqrt{\theta}) \lambda_{c2}] \right\}, \quad (2)$$

где Π и λ – газодинамические функции: относительное давление и приведённая скорость в сечениях, соответственно; f – площадь сечения, занимаемого потоком, м^2 ; k – показатель адиабаты для водяного пара; φ_d – коэффициент скорости диффузора; K_p – коэффициент скорости рабочего потока; K_H – коэффициент скорости инжектируемого потока; θ – отношение абсолютных температур инжектируемого и рабочего потоков; индексы «2», «3» и «4» означают выходное сечение камеры смешения, входное сечение камеры смешения и критическое сечение сопла, соответственно.

Вычислив коэффициент инжекции, температуру смешанного потока можно найти по формуле:

$$T_c = \frac{T_p + u T_H}{1 + u}. \quad (3)$$

Результатами моделирования являются рассчитанные коэффициент инжекции $u = 0,55$ и температура смешанного потока на выходе из аппарата $T_c = 595 \text{ K}$

Выводы

Коэффициент инжекции и температура смешанного потока, полученные с помощью аналитической модели и численного моделирования, совпали с достаточной для инженерных расчётов точностью (отклонение от аналитической модели при расчёте коэффициента инжекции 1,8 %; при расчёте температуры смешанного потока – 0,17 %). Построенные в Ansys Fluent поля температур и чисел Маха отражают реальные физические процессы в струйных аппаратах. Также было установлено, что число Куранта, обеспечивающее нахождение правильного решения, не превышает трёх. Следовательно, методика тестирования адекватности результатов расчёта струйных насосов показала, что при правильной настройке решателя Ansys Fluent может быть использован при моделировании работы струйных аппаратов.

Список использованных источников

1. CAE-система ANSYS [Электронный ресурс] (<http://www.ansys.com/>), актуальность 07.02.2017.
2. Соколов Е.Я., Зингер Н.М. Струйные аппараты. 3-е изд. переработ. М.: Энергоатомиздат, 1989. 352 с.
3. Денисов М.А. Учебно-справочный комплекс тепловых расчётов в пакете ANSYS Multiphysics для проектирования в металлургии // Создание высокоэффективных производств на предприятиях горно-металлургического комплекса. – Екатеринбург.: Уральский рабочий, 2013. – С. 93-94.
4. Денисов М.А. Разработка учебно-справочного комплекса проектного моделирования в пакете ANSYS Workbench // Создание высокоэффективных производств на предприятиях горно-металлургического комплекса. – Екатеринбург: Уральский рабочий, 2013. – С. 95-96.
5. Ansys Fluent Tutorial Guide. Chapter 6: Modeling Transient Compressible Flow. Release 16.0, January 2015. P. 1140.
6. Mazzelli F., Little A.B., Garimella S., Bartosiewicz Y. Computational and Experimental Analysis of Supersonic Air Ejector: Turbulence Modeling and Assessment of 3D Effects. International Journal of Heat and Fluid Flow, vol. 56, pp. 305-316, 2015.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ

Аннотация

Доклад посвящен разработке программного обеспечения для управления проектами. Основными функциями программного обеспечения являются: ведение проектов, ведение задач в рамках проектов, ведение плановых трудовых затрат на задачи, оповещение сотрудника о его текущих задачах, многопользовательский режим доступа, ведение зарплат и отпусков у сотрудников, базы клиентов. Основными формами приложения являются «форма аутентификации», «проекты», «задачи», «сотрудники». Разработанное программное обеспечение позволит вести небольшие проекты начинающим фирмам.

Ключевые слова: программное обеспечение, управление проектами.

Abstract

This report is devoted to the development of software for project management. The main functions of the software are: maintenance of projects, maintenance of tasks within the framework of projects, maintenance of planned tasks for tasks, multi-user access mode, maintenance of employees' salaries and vacations, customer bases. Basic forms of application: "form of authentication", "projects", "tasks", "employees". The developed software allows small projects to be carried out by novice firms.

Keywords: software, project management

Проектное управление – это обязательный элемент современной системы менеджмента в России. Большинство компаний пользуется проектным менеджментом для повышения качества своей работы, снижения расходов, увеличения прибыли.

Определений проекта очень много, правда все они сходятся в одном: проект – это идея, предполагающая выполнение конкретной задачи в ограниченный срок времени. Основные признаки проекта:

- 1) уникальность (проект – это то, что создается впервые).
- 2) ограниченность во времени (у проекта всегда указаны сроки его реализации).
- 3) целенаправленность (проект всегда выполняется для решения конкретных задач, выраженных, как правило, в количественных единицах измерения).

Если выполняются все условия, то это проект.

Для повышения эффективности труда и получения конкретного результата. Один из наиболее эффективных инструментов получения результата – является проектное управление.

Главная цель – это повышение эффективности и конкурентоспособности компании.

Основные задачи: разработка и создание ПО для управления проектами, включающая в себя, создание базы данных и удобного интерфейса для пользователей, отчетность для анализа и принятия управленческих решений.

Последовательность решения задач: ознакомление с предметной областью, разработка технического задания, выбор среды программирования, разработка базы данных, разработка программы, внесение данных, тестирование, отладка, разработка отчетности.

В начале была создана обширная база данных покрывающая работу всего предприятия. Данные хранятся в базе данных MS SQL, так как это самая популярная Open Source БД.

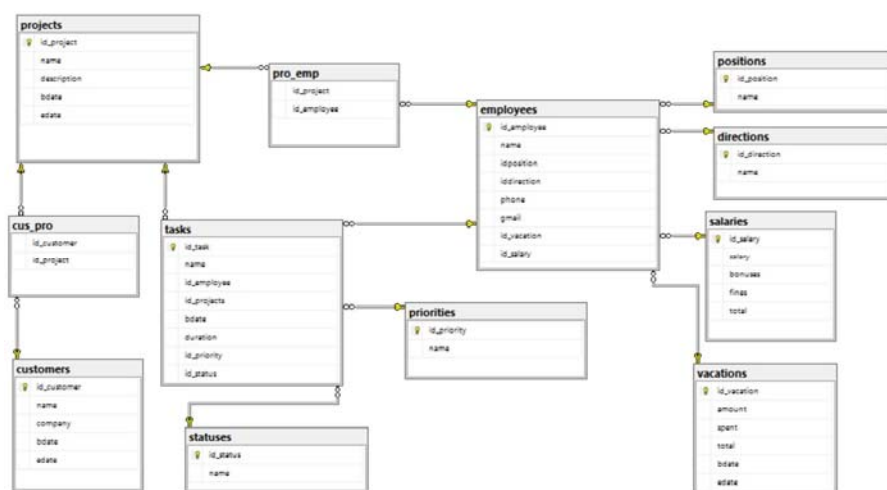


Рис. 1. Схема базы данных

Затем была написана программа на языке программирования C# в среде программирования Visual Studio.

Интерфейс.

Есть три основных формы: проекты, задачи, сотрудники (рис. 3–5). Через них мы получаем доступ к базам данных в формате MS SQL (рис. 1). Для идентификации пользователя и подключения к базе данных используется окно входа с логином и паролем. Программа позволяет разделить права доступа сотрудников к различной информации. Например, менеджер проекта может получить информацию: проекты, задачи, сотрудники. Сотрудник имеет возможность получения только своих задач в проектах.

название	руководитель	описание	дата начала	дата конца
информтехнологии	Валинуров Денис Юрьевич	Внедрение системы ...	02.01.2016	02.07.2017
Администрация ...	Валинуров Денис Юрьевич	Развертывание и тех...	01.07.2014	01.01.2018

Рис. 2. Главная форма приложения

При открытии проекты можно получить детализированный список задач.

название	ответственный	проект	дата начала	длительность	приоритет	статус
редизайн лого	Забелина Татя...	информтехнологии	05.04.2017	7 недель	средний	запланирована
снос стены	Ахмедов Вени...	информтехнологии	11.11.2106	3 дня	низкий	запланирована
перевоз	Клинова Татья...	информтехнологии	11.12.2017	1 неделя	высокий	идет процесс
перевоз2	Клинова Татья...	информтехнологии	11.12.2017	1 неделя	высокий	идет процесс
очистка помещ...	Коробчинский Г...	информтехнологии	09.09.2016	3 недели	высокий	окончена

Рис. 3. Форма «Задачи»

Рис. 4. Форма «Редактирование задачи»

Позволяет формировать задачи со следующими параметрами: название, ответственный, проект, дата начала, длительность, приоритет, статус.

Программа позволяет вывести для сотрудника выводится список его задач с параметрами: дата начала задачи, планируемая длительность выполнения задачи, приоритет задачи.

Таким образом, реализовано приложение для управления проектами с необходимым функционалом, который повысит эффективность компании.

Список использованных источников

1. Управление проектами на основе стандарта PMI PMBOK. Изложение методологии и опыт применения / А.Н. Павлов. – М.: «Бином. Лаборатория знаний», 2011. – 208 с.

2. Microsoft SQL Server 2008. Основы T-SQL / Ицик Бен-Ган. – СПб.: БХВ-Петербург, 2009. – 432 с.

УДК 004.031.2

В. А. Каюров, В. Ю. Носков, П. А. Усатов

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия

РАЗРАБОТКА АППАРАТНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОТОТИПА ИНФОРМАЦИОННОГО ТЕРМИНАЛА ОСТАНОВОЧНОГО КОМПЛЕКСА

Аннотация

В статье описан процесс разработки аппаратно-технического обеспечения прототипа информационного терминала остановочного комплекса.

Данный прототип обладает следующим функционалом:

1. Предоставляет пользователю нескольких вариантов маршрутов движения (с пересадками) от местонахождения пользователя до любой другой точки города, указанной на карте, с голосовым сопровождением на русском языке и приблизительным временем, которое будет затрачено на весь путь.

2. Воспроизводит видеорекламную информацию в период простоя системы.

3. Обеспечивает связь с полицией в случае необходимости.

Описывается общая схема созданного прототипа и особенности выполнения работы. Рассказывается об основных технических решениях, использованных при разработке системы. Представлены фотографии прототипа, описан его принцип действия.

Ключевые слова: прототип, микроконтроллер, микрокомпьютер, терминал, система.

Abstract

The article describes the process of developing a prototype of the information terminal of the transport stop. It describes the created prototype general scheme and working peculiarities.

This transport stop complex has the following functions:

1. Providing the user with several variants of traffic routes (with transfers) from the user's location to any other city point indicated on the map, with voice guidance in Russian and approximate time that will be spent on the whole trip.

2. Video advertising information when the system is out of order.

3. The complex "Resident - Police", designed to communicate with the police if necessary.

It tells about the main technic solutions used while working out the system. It presents the photographs of a working prototype, describes its operating principle.

Keywords: prototype, microcontroller, microcomputer, terminal, system.

В современных крупных городах быстрая возможность добраться из одной точки города в другую приобретает все большую значимость. Огромное количество улиц, остановок, общественных мест и культурных достопримечательностей зачастую не дает людям разобратся, как и на каком транспорте добраться до определенного места, особенно если речь идет о туристах. Поэтому, в первую очередь, современные остановочные комплексы должны обладать интерактивностью, т.е. осуществлять взаимодействие с человеком. В рамках развития общественного городского транспорта одним из ключевых элементов всегда называются системы информирования пассажиров на остановочном пункте о:

- времени прибытия общественного транспорта на остановку;
- маршрутах и периодичности движения транспорта;
- возможном маршруте движения (с пересадками) до точки назначения.

Также в качестве дополнительных опций на подобных остановочных комплексах организуется трансляция звуковой и видеорекламной информации.

Реализация системы

Система представляет из себя набор автономно работающих модулей, каждый из которых предназначен для выполнения своей определенной задачи. Общая компонентная структура системы представлена на рис. 1.

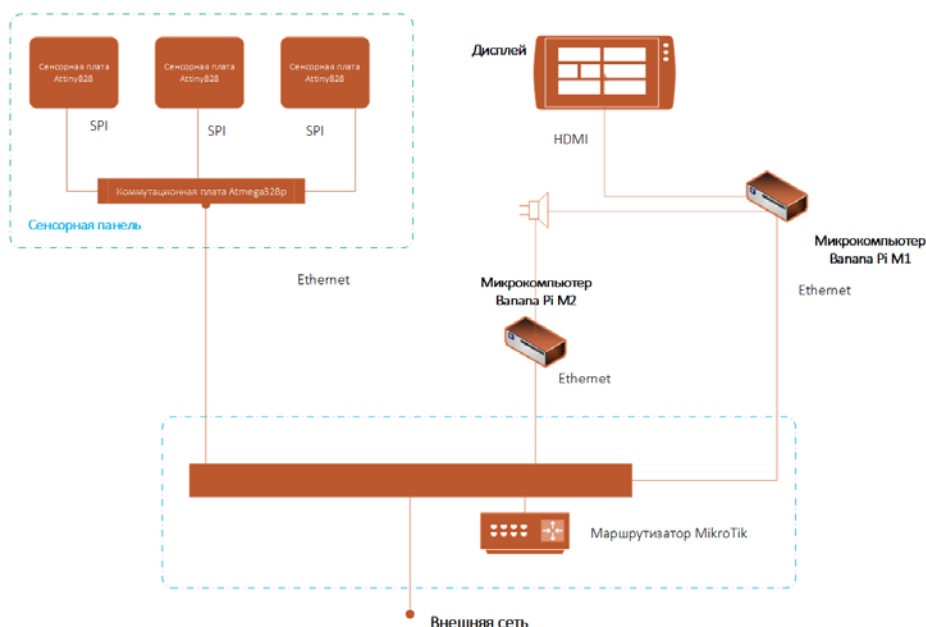


Рис. 1. Общая компонентная структура системы

Условно систему можно разделить на 4 модуля:

1. Модуль сенсорной панели. Сенсорная панель представляет собой фанерный лист, на котором располагаются пьезодатчики, используемые в системе в качестве кнопок. Эти кнопки соединены с аналоговыми входами (портами) сенсорной платы. Сенсорная плата представляет из себя микроконтроллер Attiny828. Каждый порт платы принимает информацию от определенной кнопки. На каждом канале имеется резистор на 68 кОм, для стабилизации принимаемого от кнопок напряжения. На фанеру и на кнопки соответственно накладывается карта города. Кнопки расположены в тех местах, где на карте есть культурные достопримечательности, остановки общественного транспорта или большие городские развязки. На карту нанесены окружности в тех местах, где под ней располагаются кнопки.

Принцип действия данной панели заключается в следующем: при нажатии на кнопку, пьезодатчик вырабатывает напряжение. Это напряжение передается на микроконтроллер, который обрабатывает сигнал, определяет, какая кнопка была нажата, и передает информацию далее на коммутационную плату.

Выбор микроконтроллера Attiny828 оптимален с точки зрения количества аналоговых входов (до 28 каналов ADC), возможности прототипирования (корпус TQFP32 размером 7х7 мм и количеством выводов 32 шт. допускает ручной монтаж на плату) и ценой (около 1 USD).

2. Модуль коммутационной платы. В данной работе, коммутационная плата представляет из себя управляющий микроконтроллер, к каналам которого подключаются сенсорные платы. Управляющим микроконтроллером выступает микроконтроллер производства компании Atmel Atmega328p. К данному микроконтроллеру через последовательный интерфейс SPI подключены сенсорные платы. Сенсорные платы, посредством интерфейса SPI, взаимодействуют с коммутационной платой, в определенное время отправляя сигналы микроконтроллеру. Микроконтроллер обрабатывает приходящие сигналы и по интерфейсу Ethernet передает данные на управляющий модуль. Такая модель взаимодействия позволяет увеличивать количество модулей сенсорной панели (и, соответственно, количество кнопок) в зависимости от количества определенных на этапе проектирования узловых точек, обозначенных на карте.

3. Управляющий модуль. В данной работе управляющим модулем является микрокомпьютер Banana Pi M1 [1]. Banana Pi M1 это микрокомпьютер на операционной системе Ubuntu. Он хранит в себе программный код для отображения информации о маршруте, базу данных с необходимыми таблицами и полями, а также рекламную информацию. Микрокомпьютер Banana Pi M1 представлен на рисунке 2.

4. Отдельным модулем можно выделить комплекс «Гражданин – Полиция». За него отвечает микрокомпьютер Banana Pi M2. Комплекс «Гражданин – Полиция» предназначен для быстрой связи с полицией в случае необходимости. Микрокомпьютер Banana Pi M2 имеет встроенный микрофон и к нему подключена кнопка вызова.



Рис. 2. Микрокомпьютер Banana Pi M1

В рамках текущего этапа решены следующие задачи:

- сборка прототипа;
- тестирование и доработка прототипа.

Полностью собранный прототип представляет собой карту города с кнопками и экраном размещенном на фанерном основании (рис. 3). На обратной стороне расположены сенсорная и коммутационная плата, управляющий модуль и динамик для воспроизведения звука.

По сравнению с существующими аналогами система обладает рядом преимуществ.

1. Модульность. Система состоит из отдельных модулей, которые могут масштабироваться независимо как по функциональности, так и по производительности. Добавление новых компонент не затрагивает архитектурные решения смежных элементов. Модульность системы также облегчает обслуживание и ремонт. При повреждении или выходе из строя компонента или модуля производится его замена.

2. Стоимость. По сравнению с существующими аналогами, стоимость системы ниже в несколько раз. Это обеспечивается использованием простых аппаратных элементов (в том числе открытых платформ) и свободного программного обеспечения.

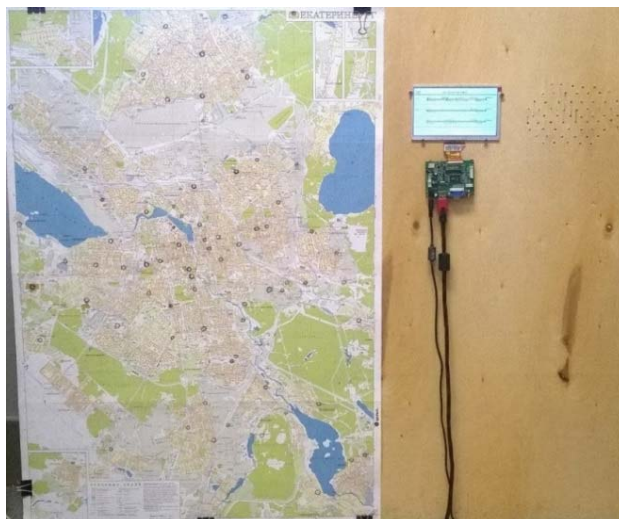


Рис. 3. Фронтальная сторона стенда

3. Надежность. В существующих системах используются резистивные и емкостные сенсорные экраны, подключенные к промышленным или бытовым ПК. При уличном исполнении – ПК снабжаются системами поддержания климатических условий. В данной системе используются пьезодатчики в качестве кнопок, контроллерные систем и одноплатные компьютеры, которые способны работать в широком температурном диапазоне. А использование модульного подхода с выделением к реализации простых функций встроенного ПО уменьшает риск возникновения ошибок во встроенном ПО и повышает его надежность.

4. Гибкость. В модулях сенсорной и коммутационной платы и управляющем модуле использовались открытые платформы Arduino (MCU Atmega), Raspberry/Banana Pi с большим количеством открытой документации, примеров, готовых библиотек встроенного ПО. Это позволяет снизить время и затраты на последующие модернизации и развитие комплекса.

Список использованных источников

1. Web-ресурс сети Интернет [сайт]. URL: <http://www.banana-pi.org/m1.html>

УДК 66-933.6, 669.013

Ю. И. Липунов¹, К. Ю. Эйсмонт¹, В. С. Кузнецова², Е. В. Киселев², Е. В. Некрасова¹

¹ ОАО «Научно-исследовательский институт металлургической теплотехники» –
ОАО «ВНИИМТ», г. Екатеринбург, Россия

² ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России
Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия

РАЗРАБОТКА АСУ ТП ТЕРМООБРАБОТКИ ТРУБ В УСТРОЙСТВЕ КОНТРОЛИРУЕМОГО ОХЛАЖДЕНИЯ

Аннотация

В статье приведено описание технологического процесса ускоренного охлаждения труб, состав устройства контролируемого охлаждения. Представлены функции системы управления, функциональная схема АСУ ТП. Сделан выбор SCADA-системы. Разработан алгоритм реализации одной из основных задач АСУ ТП – задачи достижения заданной темпе-

ратуры окончания процесса охлаждения, и приведен перечень датчиков, необходимых для решения задачи.

Ключевые слова: труба, процесс ускоренного охлаждения, SCADA система, автоматизированная система.

Abstract

The article presents the description of the technological process of accelerated cooling pipes, the structure controlled cooling device. The functions of the control system, a functional diagram of the APCS were presented. The choice of SCADA system was fulfilled. The algorithm of implementation one of the main objectives of the APCS, the task of reaching the desired end temperature of the cooling process, and lists the sensors required for the task were presented.

Keywords: pipe, accelerated cooling, SCADA system, computerised system.

Ускоренное охлаждение металла является одним из видов его термоупрочнения. Качество термической обработки и достигнутые служебные характеристики металла во многом зависят от способа его охлаждения. На трубных заводах используются различные устройства для принудительного охлаждения труб при термической обработке, в частности погружные ванны и спреевые установки проходного типа. В качестве охлаждающей среды в устройствах используется вода. Спреевые установки имеют ряд преимуществ по сравнению с ваннами. Такое устройство позволяет повысить равномерность и интенсивность охлаждения труб, так как снимает с поверхности трубы паровую пленку одинаково с верхней и нижней поверхностей трубы. За счет регулирования расходов воды, как по периметру, так и по длине трубы устройство позволяет обеспечить равномерную структуру металла трубы и исключить искривление труб [1–3].

Трубопрокатный цех №1 ЧТПЗ производит бесшовные трубы на пильгерстане из трубных низколегированных сталей. После пильгерстана трубы подвергаются резке на мерные длины и при температуре 450–500 °С помещаются в нормализационную печь. После выхода из печи трубы охлаждаются на воздухе и нормализуются. С целью повысить механические свойства металла в линию термообработки труб планируется поставить спрейерное устройство контролируемого охлаждения (УО), которое расположится за нормализационной печью. Проведенное расчетное моделирование процесса охлаждения труб в УО показало, что для достижения поставленных целей достаточно иметь УО, состоящее из трех секций охлаждения длиной по 0,8 м. Каждая секция представляет собой 6 коллекторов с 12 форсунками [4]. Так как устройство охлаждения устанавливается в технологической линии прокатного стана, то необходимо обеспечение согласованной работы УО со смежными системами, в частности, с прокатной (выпускающей) клетью, отводящими рольгангами, линией клеймения, правильной машиной (или трайб-аппаратами) и, в ряде случаев, с автономной системой водоснабжения. Необходимо постоянное информационное обеспечение о размерах и месторасположении раската, вида технологии термоупрочнения, требуемым режимам охлаждения и др.

На текущий момент времени разработка УО находится на стадии проектирования, поэтому разработка программного обеспечения для эксплуатации оборудования является актуальной на сегодняшний день задачей.

Автоматизированная система управления технологическим процессом термоупрочнения труб в целом построена аналогично АСУ ТП термоупрочнения проката в потоке стана [5, 6] и предназначена для выполнения следующих основных функций:

- управления процессом ускоренного охлаждения труб в режиме реального времени;
- визуализации объектов управления с отображением характеристик состояния агрегатов, параметров технологии, предупреждений и рекомендаций;
- осуществления «ручного» ввода и коррекции технологических параметров режима охлаждения для разного сортамента;
- приемки, систематизации и хранения информации;
- аварийной и предупреждающей сигнализации;

– резервного копирования, архивирования, уничтожения и восстановления информации.

АСУ ТП будет иметь двухуровневую структуру построения, каждый уровень которой выполняет определенные функции (рис. 1). Разработка SCADA-системы будет производиться на базе машинной визуализации CX-Supervisor от производителя OMRON. CX-Supervisor отличается большим набором функций, отвечающим широкому ряду требований человеко-машинного интерфейса на базе ПК, обладает очень простым и интуитивно понятным управлением и очень удобен для пользователя. Выбор SCADA-системы обусловлен требованиями Заказчика, чтобы разработанная автоматизированная система управления была интегрирована в уже существующее оборудование. CX-Supervisor программируется на всем известном языке BASIC, при установке на инженерную станцию не требуются мощные компьютерные параметры, во время работы SCADA-системы легко исправлять ошибки или вносить изменения. Этот пакет легок в освоении рабочим персоналом.

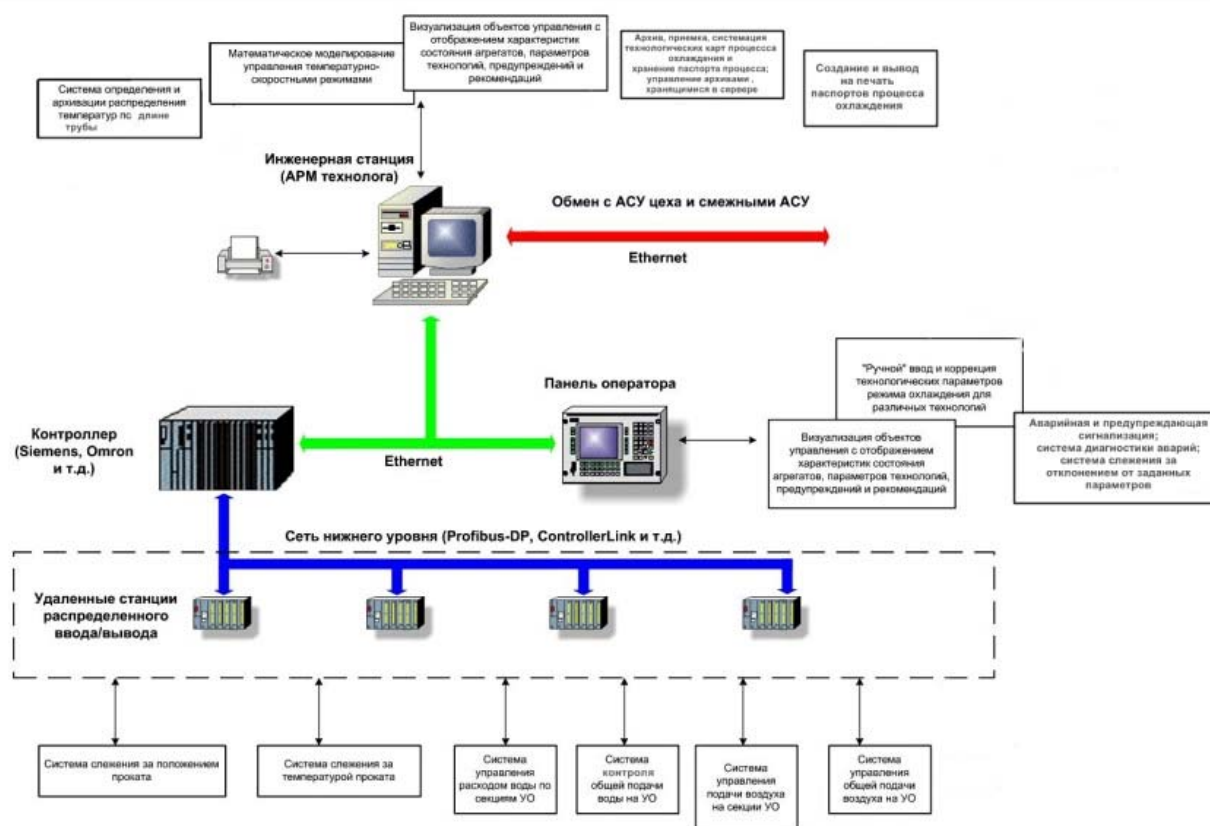


Рис. 1. Функциональная схема АСУ ТП термообработки труб в устройстве контролируемого охлаждения

В процессе выполнения функций контроля и управления процессом АСУ ТП решает широкий ряд задач, в рамках этой статьи рассматривается ключевая для технологического процесса задача достижения заданной температуры окончания процесса охлаждения. Реализация технологии термоупрочнения труб в УО требует, чтобы среднемассовые температуры начала и окончания охлаждения находились в интервале заданных температур и была достигнута заданная скорость охлаждения. Температура окончания охлаждения обеспечивается длительностью охлаждения, т.е. скоростью транспортировки трубы в УО. Скорость охлаждения зависит от расхода воды, поданного на поверхность трубы.

Для контроля температуры поверхности труб перед и после УО устанавливаются пирометры. Наличие трубы перед и после УО фиксируется датчиками наличия металла. Пирометр и соответствующий ему датчик наличия металла визируются в одной плоскости, чтобы запись показаний пирометра в архив начиналась при попадании переднего конца трубы под

датчик наличия металла и заканчивалась после выхода заднего конца трубы из-под него. Расходы воды на каждую секцию, на каждый коллектор секции отдельно регулируются. На рисунке 2 представлена схема расположения датчиков и приборов, необходимых для реализации АСУ ТП задачи достижения заданной температуры окончания охлаждения. В таблице 1 приведен перечень этих датчиков.

До начала термообработки партии труб в систему АСУ ТП УПО поступает информация о размерах труб, требуемой технологии обработки, заданных температуре начала и окончания охлаждения, количестве включенных в работу зон охлаждения и расходах воды. Выбор параметров работы УО осуществляется по технологической карте, содержащейся в базе данных АСУ ТП.

Основными технологическими параметрами управления процессом являются расходы воды на верхние и нижние коллекторы и скорость транспортировки трубы через УО.

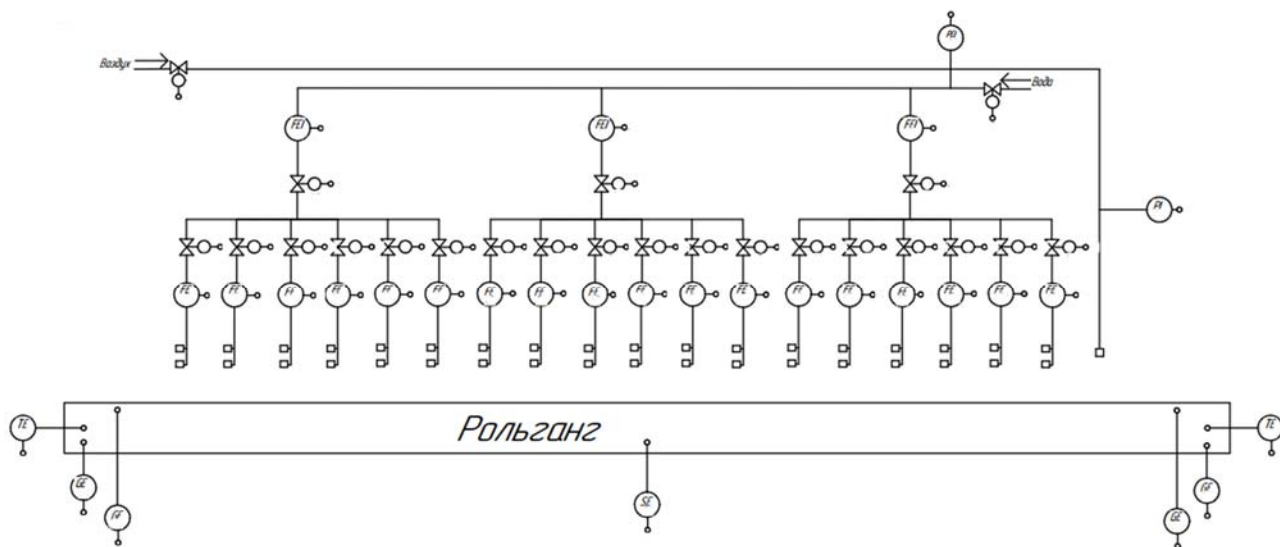


Рис. 2. Схема расположения датчиков

Задача достижения заданной температуры окончания охлаждения в автоматизированном режиме управления реализуется по следующему алгоритму:

1. В АСУ ТП из внешних структур поступают данные о партии труб, подлежащих термообработке.

Таблица 1

Перечень датчиков, необходимых для реализации задачи достижения заданной температуры окончания охлаждения

№ п/п	Обозначение датчика	Ко-во, шт	Описание датчика
1	FEI	3	расходомеры электромагнитные
2	FE	18	расходомеры электронные
3	PEI	1	электронный манометр для воды
4	PI	1	манометр осевой
5	TE	2	пирометры
6	SE	1	датчик контроля скорости рольганга
7	GE	2	инфракрасные датчики горячего металла бесконтактного типа
8	GE	2	датчики наличия металла барьерного типа

2. Из базы данных технологических карт АСУ ТП в контроллер передаются заданные параметры работы УО, и именно расходы воды на коллекторы, температура начала и окончания охлаждения и скорость транспортировки труб.

3. При срабатывании датчика наличия металла до УО, визированного в одну плоскость с пирометром до УО, запускается задача определения фактической температуры начала охлаждения, задача подачи воды на коллекторы и задача слежения за положением трубы в устройстве.

4. Если фактическая температура начала охлаждения отличается от заданной на величину, превышающую допустимую, запускается задача корректировки скорости транспортировки, для которой используется математическая модель процесса охлаждения труб, разработанная в ОАО «ВНИИМТ».

5. После выхода трубы из УО при срабатывании датчика наличия металла за УО, визированного в одну плоскость с пирометром за УО, запускается задача определения фактической температуры окончания охлаждения.

6. Если фактическая температура окончания охлаждения отличается от заданной на величину, превышающую допустимую, запускается задача корректировки расходов воды.

Необходимо отметить, что для проката задача определения температуры его поверхности имеет свои особенности. На поверхности проката до УО может быть окалина, на поверхности проката после УО – не удаленная вода. За фактическую температуру поверхности проката принимается максимальное значение температуры из массива показаний пирометра по длине трубы, т.к. температура чистой от окалины и воды поверхности имеет более высокое значение.

Выводы

Набор функций разработанной двухуровневой АСУ ТП рассчитан на управление быстротекущим процессом термоупрочнения труб в устройстве контролируемого охлаждения проходного типа и учитывает технологические особенности охлаждения в потоке прокатного стана. Разработанный алгоритм управления температурой окончания охлаждения, выбор и расположение датчиков, необходимых для его реализации, наличие на верхнем уровне АСУ ТП математической модели процесса охлаждения обеспечивают соблюдение параметров термообработки и гарантируют требуемые качества упрочненных труб.

Список использованных источников

1. Охлаждающее оборудование для термической обработки труб. Хейфец Г.Н., Кадина А.В., Васильев Е.Л. Бюллетень НТИ №2, 1979.

2. Деформационно-термическое упрочнение бесшовных труб из малоуглеродистых сталей. С.Я. Курашвили, Г.В.Кашакашвили, Сталь №2, 2002.

3. Патент РФ 22117507. Устройство для быстрого охлаждения. Надинский М.Н., Бедняков В.В. 27.11.2003.

4. Ю.Г. Ярошенко, Ю.И. Липунов, К.Ю. Эйсмонтт, В. С. Кузнецова, М.В. Захарченко, Е.В. Киселев. Расчетное моделирование процесса ускоренного охлаждения труб для ТПЦ-1 ЧТПЗ.

5. Липунов Ю.И., Эйсмонтт К.Ю., Завгороднев Д.В. Некрасова Е.В., Варламов С.О., Казабкаев Н.М. Автоматизированная система управления устройством контролируемого охлаждения на стане 5000, «Сталь», № 3, 2005. – С. 61–65.

6. Липунов Ю.И., Эйсмонтт К.Ю., Некрасова Е.В., Завгороднев Д.В. Разработка систем автоматизированного управления технологическим процессом термического упрочнения проката в потоке стана, «Известия ВУЗов. Черная металлургия», № 12, 2009. – С. 68–72.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ЭМУЛЯЦИИ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ «ИСПЫТАНИЕ ПЛАСТИНЧАТОГО ТЕПЛООБМЕННИКА»

Аннотация

Качественное обучение техническим специальностям невозможно без выполнения студентами практических и лабораторных работ. Выполнение лабораторных работ связано с рядом рисков и неудобств. Во-первых, студенты заочной формы обучения ограничены в возможности выполнения работ непосредственно с оборудованием. Во-вторых, выполнение работ с дорогостоящим оборудованием требует надзора со стороны преподавателя. В-третьих, оборудование для лабораторных работ из-за частого использования склонно к быстрому износу. Поэтому для институтов и университетов актуальна задача автоматизации обучения, в частности эмуляции лабораторных работ.

Чтобы продемонстрировать возможность эмуляции без потери качества, авторы выбрали лабораторную работу «Испытание пластинчатого теплообменника».

В разрабатываемой системе должны выполняться все функции, которые предусмотрены в оригинальной лабораторной работе «Испытание пластинчатого теплообменника» - расчеты датчиков теплообменников для шести сценариев входных параметров.

Ключевые слова: эмуляция, лабораторная работа, пластинчатый теплообменник, сфера образования.

Abstract

A good teaching of technical specialities isn't possible without practical part of education. But there are some problems with it. First of all, students of extramural studies can't perform the works with the hardware. Secondly, it is necessary to keep track of the students' work by the teacher because of the high cost of equipments. Third, the equipment for laboratories is subjected to deterioration because of the frequent uses. That's why colleges and universities are interested in automation of education, in particular simulation of laboratory works.

The authors chose the work "The test of a plate heat exchanger" to demonstrate the ability of the emulation without losing of the quality.

The developed system should do all the functions that are provided by the original work "The test of a plate heat exchanger": it's calculations of the heat exchangers sensors for the six scenarios of input parameters.

Keywords: an emulation, a laboratory work, a plate heat exchanger, a sphere of education.

Введение

Обучение техническим специальностям не является эффективным без выполнения практических заданий: лабораторных, расчетных и курсовых работ. Но, так как не всегда есть возможность выполнения лабораторных работ непосредственно с оборудованием, существует необходимость автоматизировать выполнение таких работ. На данный момент передовыми университетами проводится работа по автоматизации образования. Целью данной разработки стала демонстрация того, что эмуляция лабораторных работ без потери качества возможна.

Для осуществления этой цели была выбрана лабораторная работа «Испытание пластинчатого теплообменника». В конечной программе нужно обеспечить выполнение тех задач,

которые выполняются в ходе лабораторной работы. В оригинале задачи этой работы следующие:

1. Закрепление сведений о физической сущности переноса тепла от горячего теплоносителя к холодному и анализ факторов, влияющих на оптимизацию этого процесса.
2. Определение коэффициентов теплоотдачи в рекуперативных теплообменниках при прямоточной и противоточной схемах движения теплоносителя.

Описание приложения

Программа предназначена для эмуляции лабораторной работы «Испытание пластинчатого теплообменника». В программе возможен расчет показаний:

- датчика холодного теплоносителя на входе теплообменника, °С;
- датчика холодного теплоносителя на выходе теплообменника, °С;
- датчика горячего теплоносителя на входе теплообменника, °С;
- датчика горячего теплоносителя на выходе теплообменника, °С.

Рассчитывающиеся в режиме реального времени показания датчиков выводятся в отдельные поля для вывода информации, и кроме того отображаются в виде кривых на графике, также в режиме реального времени.

В программе предусмотрена эмуляция работы пластинчатого теплообменника для шести сценариев выбора пользователем входных параметров:

- 1) схема движения потока – прямоток; расход воды – 1,37 л/мин;
- 2) схема движения потока – прямоток; расход воды – 1,71 л/мин;
- 3) схема движения потока – прямоток; расход воды – 1,84 л/мин;
- 4) схема движения потока – противоток; расход воды – 1,39 л/мин;
- 5) схема движения потока – противоток; расход воды – 1,72 л/мин;
- 6) схема движения потока – противоток; расход воды – 1,81 л/мин.

По окончании работы пользователя с приложением ему будет предложено сохранение рассчитанных показаний в отдельный документ в виде таблиц Microsoft Excel.

Для выполнения программы требуется наличие операционной системы семейства Microsoft Windows.

Процесс разработки

В начале разработки следует построить грамотную архитектуру программного обеспечения. Архитектура показана на рис. 1. Архитектура приложения включает в себя следующие компоненты: GUID; ввод исходных данных; расчет параметров; построение графика; формирование отчета.

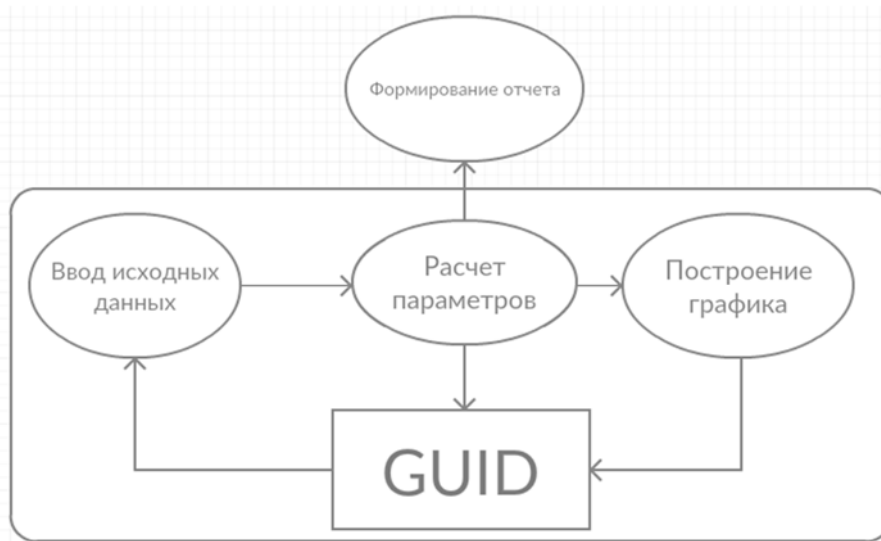


Рис. 1. Архитектура программного обеспечения

Для расчета в программе температур горячего и холодного теплоносителей необходимо получить аппроксимирующие зависимости, которые позволяют определить эти параметры

без проведения эксперимента с помощью лабораторной установки. В ходе этой части работы были проведены шесть опытов, в каждом были зафиксированы температуры с каждого датчика, расход воды и схема движения. Кроме того, программно был создан файл с данными, фиксировавшимися каждые две секунды, который мы также использовали в работе (рис. 2). Затем с использованием программы Microsoft Excel были выведены функции для каждого сценария выбора пользователем параметров.

Время, с	T1, °C	T2, °C	T3, °C	T4, °C	Расход, л/мин
145,8	0	0	0	0	0
1,9	28,2	29,2	25,5	25,2	50
3,9	28,3	29,3	25,6	25,3	20,03
5,9	28,3	29,3	25,5	25,4	20,03
7,9	28,4	29,4	25,6	25,3	20,03
9,9	28,4	29,4	25,6	25,3	20,03
11,9	28,5	29,4	25,7	25,3	20,03
13,9	28,6	29,6	25,6	25,4	6,67
15,9	28,6	29,6	25,6	25,4	6,67

Рис. 2. Пример полученных в ходе лабораторной работы данных

Разработка велась на языке C# в среде разработки Microsoft Visual Studio [1–4]. Разработка включала в себя следующие этапы: создание архитектуры; создание интерфейса; реализация зависимостей и получение графика; реализация вывода полученных данных в отчет; отладка и тестирование.

После открытия программы путем двойного клика пользователь видит приветственную форму приложения (рис. 3). При помощи нее пользователь сможет ознакомиться с целью работы, методическими и видеоматериалами. Кроме того, с данной формы можно вызвать для отображения информацию о программе и справку по работе с приложением. При нажатии на кнопку «Начать» пользователь переходит к главной форме приложения.

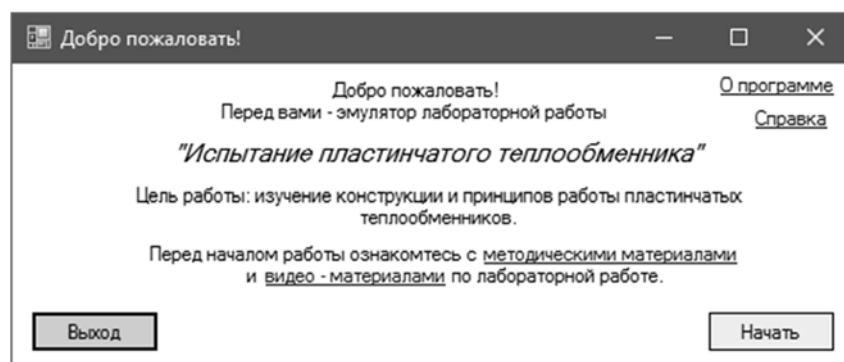


Рис. 3. Начальная форма приложения

Следующая форма является основной в приложении. На ней реализован весь требуемый функционал. Пользователь может управлять работой приложения путем выбора схемы движения потока и расхода воды, а также нажатиями на кнопки «Пуск» и «Стоп», которые управляют отсчетом времени, и, соответственно, выводом графика и расчетом температур контуров. Кроме этого, имеется возможность очистки всех рабочих полей путем нажатия на кнопку «Сброс». Вывод отчета производится путем нажатия на кнопку «Сохранить отчет». При первом запуске эта кнопка недоступна, так как выполнение расчетов не было начато. На рисунке 4 изображена главная форма в работе. На ней кнопка «Сохранить отчет» доступна для управления, и пользователь может завершить работу нажатием на нее, а затем на крестик в правом верхнем углу.



Рис. 4. Главная форма приложения в работе

Кроме этих форм в приложении есть форма «Установка», на которой представлена схема установки и фотография экспериментальной установки с обозначениями необходимых для понимания элементов установки. Также есть форма «О программе», на которой размещена информация о команде, выполнявшей данную работу, и другая информация, которую разработчики сочли нужным опубликовать.

После окончания работы пользователь нажимает на кнопку «Сохранить отчет», приложение предлагает ему ввести имя файла и выбрать место для сохранения. После выполнения этих действий пользователь не сможет вернуться к выполнению работы. Пример экспортированных в отчет данных приведен на рис. 5.

Время, с	Расход, л/мин	Схемы включения	T1, °C	T2, °C	T3, °C	T4, °C	Дата выполнения
1	1,37	Прямоток	30,38	29,07	29,9	27,86	28 мая 2016 23:03:26
2	1,37	Прямоток	30,38	29,07	29,9	27,86	
3	1,37	Прямоток	30,38	29,07	29,91	27,86	
4	1,37	Прямоток	30,38	29,07	29,91	27,86	
5	1,37	Прямоток	30,38	29,08	29,91	27,87	
6	1,37	Прямоток	30,38	29,08	29,91	27,87	
7	1,71	Прямоток	30,79	29,51	30,44	27,77	
8	1,71	Прямоток	30,79	29,49	30,43	27,77	
9	1,71	Прямоток	30,79	29,47	30,41	27,77	
10	1,71	Прямоток	30,79	29,46	30,4	27,76	
11	1,71	Прямоток	30,79	29,44	30,38	27,76	
12	1,71	Прямоток	30,79	29,42	30,37	27,76	
13	1,84	Прямоток	31,1	29,84	30,74	28,11	
14	1,84	Прямоток	31,09	29,83	30,73	28,12	
15	1,84	Прямоток	31,08	29,82	30,73	28,12	
16	1,84	Прямоток	31,07	29,82	30,72	28,12	
17	1,84	Прямоток	31,06	29,81	30,71	28,12	
18	1,84	Прямоток	31,05	29,81	30,7	28,13	
19	1,39	Противоток	30,88	29,39	26,9	29,43	

Рис. 5. Данные в отчете

Заключение

Разработано программное обеспечение для эмуляции лабораторной работы по изучению пластинчатого теплообменника без использования лабораторной установки. В приложении реализованы функции выбора расхода воды и схемы движения потока, расчета и отображения температур горячего и холодного теплоносителей в отдельных полях для вывода данных, построения графиков изменения температур горячего и холодного теплоносителей, экспортирования полученных данных в таблицы Microsoft Excel.

Список использованных источников

1. Подбельский В.В. Язык C#: базовый курс. М.: ГОУ ВПО «Московский государственный университет им. Н.Э. Баумана», 2014. – 406 с.
2. Clark Dan. Beginning C# Object-Oriented Programming. USA: Apress, 2013. – 384 с.
3. Симан М., Барышнев А., Зазноба Е. Внедрение зависимостей в .NET. СПб.: Питер, 2014. – 364 с.
4. Gary McLean Hall. Adaptive Code via C#. USA: Microsoft Press, 2014.

УДК 004.942

Е. А. Мартусевич, В. Н. Буинцев

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»,
г. Новокузнецк, Россия

ТРЕНАЖЕР «АЛЮМИНЩИК» ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПЕРСОНАЛА ЛИТЕЙНОГО ОТДЕЛЕНИЯ АЛЮМИНИЕВОГО ЗАВОДА

Аннотация

Алюминиевый расплав, приготовленный в электролизном цехе, не является товарной продукцией, так как не соответствует химическому составу стандартных сплавов, содержит различные вредные примеси и газовые включения. Для улучшения качества расплава и повышения процентного содержания алюминия в расплаве применяются шихтовые и флюсовые материалы. Все шихтовые и флюсовые материалы отличаются своим влиянием на химический состав выплавляемой марки алюминиевого сплава. Шихтовые материалы всегда ограничены и отличаются высокой стоимостью. В связи с этим возникает потребность в построении математической модели и определения с её помощью оптимального набора исходных и шихтовых материалов с целью минимизации экономических затрат металлургических предприятий.

Ключевые слова: металлургическое предприятие, электролизный цех, литейный цех, алюминий-сырец, химический состав, шихтовка, флюс, легирующие металлы, алгоритм, минимизация, себестоимость продукции.

Abstract

Aluminum melt, prepared in electrolysis workshop, is not a marketable product, because does not match to the chemical composition of standard alloys, contains various harmful admixtures and gases inclusions. In order to improve the quality of the melt and increasing the percentage of aluminum in the melt are used a batch and flux materials. All batch and flux materials have a different influence on chemical composition of a smelting mark of an aluminum alloy. These materials always limited and have a high cost. In connection with these facts there is a need to make a mathematical model and determine with her help the optimal set the raw and batch materials with aim of minimize economic costs of metallurgical enterprises.

Keywords: steel, electrolysis plant, foundry, aluminium-raw, chemical composition, shihtovka, flux, alloying metals, algorithm, minimization, cost of production.

На этапе переработки глинозема Al_2O_3 посредством электролиза, в ваннах электролизёров образуется алюминий-сырец. Себестоимость алюминия-сырца составляет примерно $50 \div 80$ тысяч рублей за тонну или $50 \div 80$ рублей за килограмм. Под воздействием электрического тока химическая связь между газом кислородом и металлическими включениями алюминия разрывается. В результате более тяжелый алюминий осаждается на дне ванны электролизёров вместе с другими примесями. С помощью вакуумных ковшей, примерно раз в не-

сколько суток из электролизных ванн извлекают жидкий алюминий. Каждый ковш вмещает в себя около 5 т расплавленного металла. Такие ковши сначала отстаиваются, а затем отправляются в литейное отделение для разливки в миксер. Мощность нагревательных элементов миксера составляет 350 кВт, при стоимости 5,5 руб./кВт·ч [1].

В таком виде жидкий алюминий содержит около 20 % различных по степени вредности примесей, которые влияют на качество конечной готовой продукции. К примесям относятся различные неметаллические включения, включения щелочноземельных металлов, в том числе и тяжелые металлические включения [2].

Как известно, существует различные виды алюминиевых марок и сплавов. Все они имеют свой определенный химический состав и применяются в различных сферах жизнедеятельности человека.

В реальных производственных условиях затруднительно осуществлять подбор состава шихтовых материалов, обеспечивающих получение заданной марки алюминия за одну итерацию. В связи с этим, вопрос тренировки технологического персонала по приобретению навыков оптимальной шихтовки алюминиевых сплавов является актуальным.

Для этой цели был разработан тренажер, позволяющий отрабатывать навыки получения заданной марки алюминия при минимальных экономических затратах. Интерфейс учебного тренажера «Алюминщик», представлен на рис. 1.

Тренажер позволяет моделировать процесс выплавки алюминиевых марок с учётом различных ограничений и помех. Основным критерием обучения является показатель себестоимости тонны алюминиевого сплава, при выполнении соответствующих ограничений и граничных условий. Тренажер позволяет выгружать исходные данные и сведения о заданной марке в Microsoft Excel, с последующим формированием модели для использования оптимизатора «Поиск решения» для минимизации целевой функции, которой в данном случае является себестоимость алюминиевого сплава [3]. Выгруженные данные обрабатываются настроенным шаблоном файла Microsoft Excel.

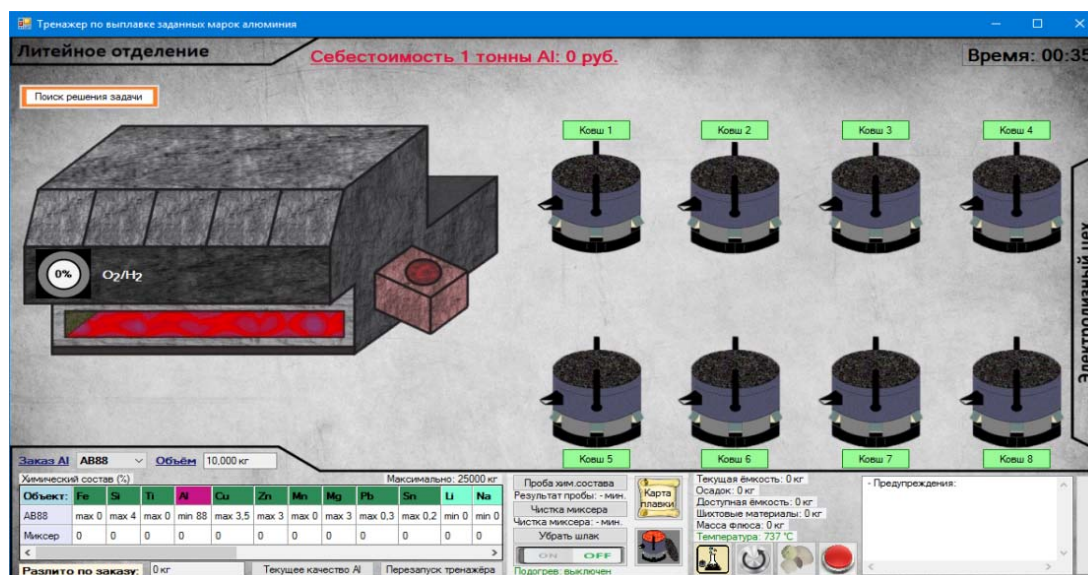


Рис. 1. Интерфейс тренажера «Алюминщик»

На рис. 2 приведена рабочая форма программы оптимизации шихтовки алюминиевого сплава.

Целевой функцией является себестоимость тонны алюминиевого сплава, определяемая расходом шихтовых материалов и затратами электроэнергии при формировании алюминия заданной марки.

$$C = \sum_{i=1}^n m_i C_i + W C_{эл}, \quad (1)$$

где C – себестоимость сплава, руб./т; m_i – масса i -го шихтового материала, т; C_i – цена i -го шихтового материала, руб/т; W – количество затраченной электроэнергии, кВт·ч; C_e – цена электроэнергии, руб./кВт·ч.

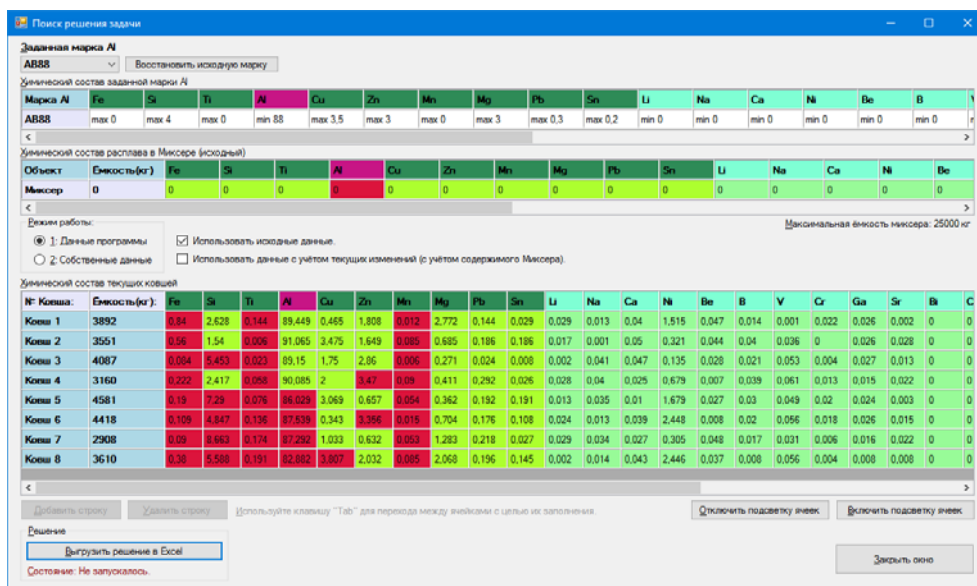


Рис. 2. «Поиск решения задачи» тренажера «Алюминщик»

Определяется минимум целевой функции при следующих ограничениях: соответствие химического состава расплава в миксере химическому составу заданной марки; фактическая масса шихтуемого сплава не должна превышать максимальной ёмкости миксера; расчётные массы используемых шихтовых материалов не должны превышать имеющихся в наличии; допустимая масса остатка алюминия-сырца в ковше не должна превышать заданных значений. К граничным условиям относятся: положительные значения расчётных масс шихтовых материалов; расчётные массы шихтовых материалов должны быть целыми числами.

Химический состав выплавляемой марки алюминия высчитывается поэлементно по формуле 2:

$$X_j = \frac{\sum_{i=1}^n x_{ji} \cdot m_i - \sum_{i=1}^n k_{ji} \cdot m_i}{m_{расп}}, \quad (2)$$

где: X_j – содержание j -го химического элемента в алюминиевом сплаве, %; x_{ji} – содержание j -го химического элемента в i -том шихтовом материале, %; m_i – масса i -го шихтового материала, кг; k_{ji} – коэффициент удаления j -го химического элемента i -м флюсом; $m_{ф}$ – масса флюса, кг; $m_{расп}$ – масса расплава в миксере, кг.

Выплавляемая марка алюминия образуется путем слива имеющихся металла из ковшей в миксер в различных пропорциях с минимальным количеством добавляемых лигатур, так как лигатуры обладают повышенной стоимостью, и их количество ограничено. Так, например, лигатура алюминий-бор A1B5 имеют цену 300 руб./кг. Конечное выравнивание химического состава осуществляется путем подбора флюсовых порошковых солей.

Для обучения технологического персонала литейного цеха на тренажере «Алюминщик» предлагается учебная задача – сформировать заданную марку с заданной массой алюминия в миксере. Оценка качества обучения производится по следующим показателям: время технологического процесса и себестоимость тонны полученного продукта. Методом проб и ошибок обучаемый достигает заданных значений, а затем сравнивает собственные результаты с оптимальными, полученными с помощью «Поиска решения» Microsoft Excel. Благодаря такому подходу, осуществляется способ обучения «по образцу». Этот метод ускоряет процесс и сокращает время обучения, позволяя вырабатывать алгоритм оптимального управ-

ления. Например, при заданной марке металла обучаемый осуществил поиск решения за известное время при определенной себестоимости продукции. Оптимальное решение, найденное с помощью оптимизатора «Поиск решения» Microsoft Excel, предлагается обучаемому в качестве эталона, к которому он должен стремиться. Окончательная оценка степени обученности определяется степенью приближения полученных обучаемым данных относительно эталонных значений.

В таблице 1 представлен пример химического состава алюминиевого сплава марки АВ88 согласно стандарта [4]. В таблице 2 приведен пример пользовательского решения данной задачи. Себестоимость тонны готовой алюминиевой продукции при таком решении составила $(1250000+1750+4000+3750+10000)/25 = 50780$ руб./т. Время, затраченное пользователем на решение данной задачи равно 00:05:01.

Таблица 1

Заданный химический состав марки алюминия АВ88

Марка АВ88	<i>Fe</i>	<i>Si</i>	<i>Ti</i>	<i>Al</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>Mn</i>	<i>Mg</i>	<i>Pb</i>	<i>Sn</i>
<i>max/min</i>	<i>max</i>	<i>max</i>	<i>max</i>	<i>min</i>	<i>max</i>	<i>max</i>	<i>max</i>	<i>max</i>	<i>max</i>	<i>max</i>
%	0,0	4,0	0,0	88,0	3,5	3,0	0,0	3,0	0,3	0,2

Таблица 2

Пользовательское решение задачи выплавки марки АВ88

Объект	Наличие, кг	Расчётная масса, кг	<i>Fe</i>	<i>Si</i>	<i>Ti</i>	<i>Al</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>Mn</i>	<i>Mg</i>	<i>Pb</i>	<i>Sn</i>	Цена, руб./кг
Ковш 1	4659	4659	0,537	0,228	0,115	92,17	2,154	3,237	0,085	1,18	0,182	0,112	50
Ковш 2	3038	3038	0,715	5,57	0,177	87,488	1,205	2,555	0,023	2,167	0,095	0,005	50
Ковш 3	3770	3770	0,27	8,333	0,01	84,897	2,205	1,527	0,023	2,388	0,265	0,082	50
Ковш 4	3912	3912	0,728	8,938	0,19	85,777	0,152	1,309	0,039	2,458	0,256	0,153	50
Ковш 5	4036	4036	0,598	6,093	0,161	87,039	2,053	0,854	0,056	2,803	0,236	0,107	50
Ковш 6	3131	3131	0,493	3,342	0,078	91,039	0,808	2,927	0,09	0,859	0,278	0,086	50
Ковш 7	4701	2454	0,585	0,411	0,118	93,273	1,38	2,599	0,004	1,332	0,175	0,123	50
Ковш 8	4670	0	0,55	6,81	0,049	87,288	1,992	1,687	0,088	1,391	0,017	0,128	50
Флюс 2	1000	200		✓									
Флюс 6	1000	250			✓								
Флюс 9	1000	500	✓				✓	✓	✓		✓	✓	20

Таблица 3

Решение задачи выплавки марки АВ88 в MS Excel

Объект	Наличие, кг	Расчётная масса, кг	<i>Fe</i>	<i>Si</i>	<i>Ti</i>	<i>Al</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>Mn</i>	<i>Mg</i>	<i>Pb</i>	<i>Sn</i>	Цена, руб./кг
Ковш 1	4659	4659,00	0,537	0,228	0,115	92,17	2,154	3,237	0,085	1,18	0,182	0,112	50
Ковш 2	3038	3038,00	0,715	5,57	0,177	87,488	1,205	2,555	0,023	2,167	0,095	0,005	50
Ковш 3	3770	100,00	0,27	8,333	0,01	84,897	2,205	1,527	0,023	2,388	0,265	0,082	50
Ковш 4	3912	3014,00	0,728	8,938	0,19	85,777	0,152	1,309	0,039	2,458	0,256	0,153	50
Ковш 5	4036	4036,00	0,598	6,093	0,161	87,039	2,053	0,854	0,056	2,803	0,236	0,107	50
Ковш 6	3131	3131,00	0,493	3,342	0,078	91,039	0,808	2,927	0,09	0,859	0,278	0,086	50
Ковш 7	4701	4701,00	0,585	0,411	0,118	93,273	1,38	2,599	0,004	1,332	0,175	0,123	50
Ковш 8	4670	2321,00	0,55	6,81	0,049	87,288	1,992	1,687	0,088	1,391	0,017	0,128	50
Флюс 6	1000	250,00			✓								15
Флюс 9	1000	500,00	✓				✓	✓	✓		✓	✓	20

Себестоимость тонны готовой алюминиевой продукции, с использованием оптимизатора «Поиск решения» составила $(1250000+700+3750+10000)/25=50578$ руб./т. Время, затраченное на решение данной задачи равно 00:01:58. Результаты шихтовки заданной марки АВ88 резюмированы в таблице 4.

Таблица 4

Итоговые варианты решения

Тип решения	Время	Себестоимость, руб./т	F_e	Si	T_i	Al	C_u	Z_n	M_n	Mg	P_b	S_n
Пользователь	00:05:01	50780	0	0	0	98,081	0	0	0	1,919	0	0
Оптимизатор	00:01:58	50578	0	3,941	0	94,329	0	0	0	1,73	0	0

В случае использования оптимизатора легирующих добавок не потребовалось, а время работы и себестоимость продукции сократились.

Список использованных источников

1. Металлургия алюминия [электронный ресурс]: Получение и переработка алюминия. – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://metalspace.ru/education-career/osnovy-metallurgii/metallurgiya-alyuminiya/681-poluchenie-alyuminiya.html> – 15.04.2017 – Загл. с экрана.
2. Железо и другие примеси в алюминии [электронный ресурс]: Путеводитель в металлургии – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://aluminium-guide.ru/zhelezo-i-drugie-primesi-v-alyumini/> – 15.04.2017 – Загл. с экрана.
3. Microsoft Office [электронный ресурс]: Средство редактирования таблиц – Электрон. дан. – Режим доступа: <https://products.office.com/ru-RU/excel> – 17.04.2017 – Загл. с экрана.
4. Марочник алюминия [электронный ресурс]: химический состав марок – Электрон. дан. – Режим доступа: <http://aluminium-guide.ru/marki-alyuminiya/> - 16.04.2017 – Загл. с экрана.

УДК 659.2

Р. Т. Мухтасаров, В. Ю. Носков

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОТОТИПА ИНФОРМАЦИОННОГО ТЕРМИНАЛА ОСТАНОВОЧНОГО КОМПЛЕКСА

Аннотация

В статье описан процесс разработки программного обеспечения прототипа информационного терминала остановочного комплекса.

Данный прототип обладает следующим функционалом:

1. Предоставляет пользователю нескольких вариантов маршрутов движения (с пересадками) от местонахождения пользователя до любой другой точки города, указанной на карте, с голосовым сопровождением на русском языке и приблизительным временем, которое будет затрачено на весь путь.
2. Воспроизводит видеорекламную информацию в период простоя системы.
3. Обеспечивает связь с полицией в случае необходимости.

Описывается общая схема созданного программного обеспечения прототипа и особенности выполнения работы. Рассказывается об основных программных решениях, ис-

пользованных при разработке системы. Представлены фотографии прототипа, описан его принцип действия.

Ключевые слова: прототип, микроконтроллер, микрокомпьютер, терминал, система, остановочный комплекс, Arduino, Python, Atmel, Tkinter, RHVoice, Linphone, SIP, IP-телефония.

Abstract

The article describes the process of developing a prototype of the information terminal of the transport stop. It describes the created prototype general scheme and working peculiarities.

This transport stop complex has the following functions:

1. Providing the user with several variants of traffic routes (with transfers) from the user's location to any other city point indicated on the map, with voice guidance in Russian and approximate time that will be spent on the whole trip.

2. Video advertising information when the system is out of order.

3. The complex "Resident - Police", designed to communicate with the police if necessary.

It tells about the main program solutions used while working out the system. It presents the photographs of a working prototype, describes its operating principle.

Keywords: prototype, microcontroller, microcomputer, terminal, system, the stopping complex, Arduino, Python, Atmel, Tkinter, RHVoice, Linphone, SIP, IP-telephony.

Быстрая и удобная возможность добраться из одной точки города в другую в современных крупных городах приобретает огромное значение. Большое количество улиц, остановок, общественных мест и культурных достопримечательностей усложняет задачу выбора маршрута и вида транспорта. Особенно эта проблема актуальна для гостей и людей, впервые оказавшихся в новом районе города. В решении этой задачи помогают системы информирования пассажиров на остановочном пункте. В функции данной системы входит предоставление в постоянном режиме или по запросу:

1. Времени прибытия общественного транспорта на остановку.

2. Маршрутах и периодичности движения транспорта.

3. Оптимальном маршруте движения (в том числе с пересадками) до точки назначения.

В качестве дополнительных опций на остановочных комплексах может присутствовать трансляция звуковой и видео информационной и рекламной информации.

В рамках текущего этапа работы по данной теме выполнена сборка программного обеспечения для прототипа модуля управления остановочного комплекса.

Разработка информационной системы производилась с широким применением свободного и открытого программного и аппаратного обеспечения. Свободное программное обеспечение (СПО) – это модель лицензирования программного обеспечения, при которой базовый набор имущественных прав передается владельцу каждого экземпляра программы [1]. Использование свободного программного обеспечения позволяет использовать готовые решения и библиотеки, написанные другими пользователями. В результате ускоряется процесс разработки собственного комплексного программного продукта. Пользователям программного обеспечения с открытым исходным кодом не надо ждать, пока разработчик реализует конкретную возможность, исправит ошибку. Пользователи программ с открытым исходным кодом могут самостоятельно решать возникшую проблему, дополнять ПО.

Для разработки сенсорных плат и коммутационной платы использовалось ПО KiCad. KiCad – распространяемый по лицензии GNU GPL программный комплекс класса EDA с открытым исходным кодом, предназначенный для разработки электрических схем и печатных плат [2]. Данный программный продукт предоставляет возможность создания электрической схемы, автоматической генерации трассировки соединений и генерации технологических файлов для изготовления печатных плат.

Для программирования микроконтроллера коммутационной платы использовалось ПО Arduino IDE. Arduino – торговая марка аппаратно-программных средств для построения про-

стых систем автоматики и робототехники, ориентированная на непрофессиональных пользователей. Программная часть состоит из бесплатной программной оболочки (IDE) для написания программ, их компиляции и программирования аппаратуры [3]. Данный программный продукт имеет ряд подключаемых библиотек, которые позволяют не профессиональным пользователям легко разработать свою программную платформу. Также использовалась свободная библиотека UIPEthernet для взаимодействия микроконтроллера ATmega328P с Ethernet модулем ENC28J60 и создания подключения по протоколу TCP/IP к микрокомпьютеру, для передачи данных.

Для программирования микроконтроллеров сенсорных плат использовалось ПО Atmel Studio. Atmel Studio (ранее AVR Studio) – основанная на Visual Studio бесплатная проприетарная интегрированная среда разработки (IDE) для разработки приложений для 8- и 32-битных микроконтроллеров семейства AVR и 32-битных микроконтроллеров семейства ARM от компании Atmel, работающая в операционных системах Window. Atmel Studio содержит компилятор GNU C/C++ и эмулятор, позволяющий отладить выполнение программы без загрузки в микроконтроллер [4].

Система представляет из себя набор автономно работающих модулей, каждый из которых предназначен для выполнения своей определенной задачи. Общая компонентная структура системы представлена на рис. 1.

Информационный терминал остановочного комплекса показывает маршруты автобусов, троллейбусов, маршрутных такси и метро, а также время в пути до выбранной пользователем точки на карте. Также на терминале предусмотрена система «Гражданин-полиция», которая позволяет вызвать службу экстренной помощи. Информация, которая выводится на дисплей для пользователей системы базируется на данных содержащихся в базе данных MySQL. База данных храниться локально на микрокомпьютере Banana Pi M1, которая обновляется один раз в неделю, подключаясь к удаленному серверу. Каждый терминал хранит в своей базе данных информацию для своего местонахождения.

Разработанный комплект программного обеспечения представляет собой совокупность относительно небольших блоков, называемых модулями, структура и поведение которых подчиняются определённым правилам. Использование модульного программирования позволяет упростить тестирование программы и обнаружение ошибок [5].

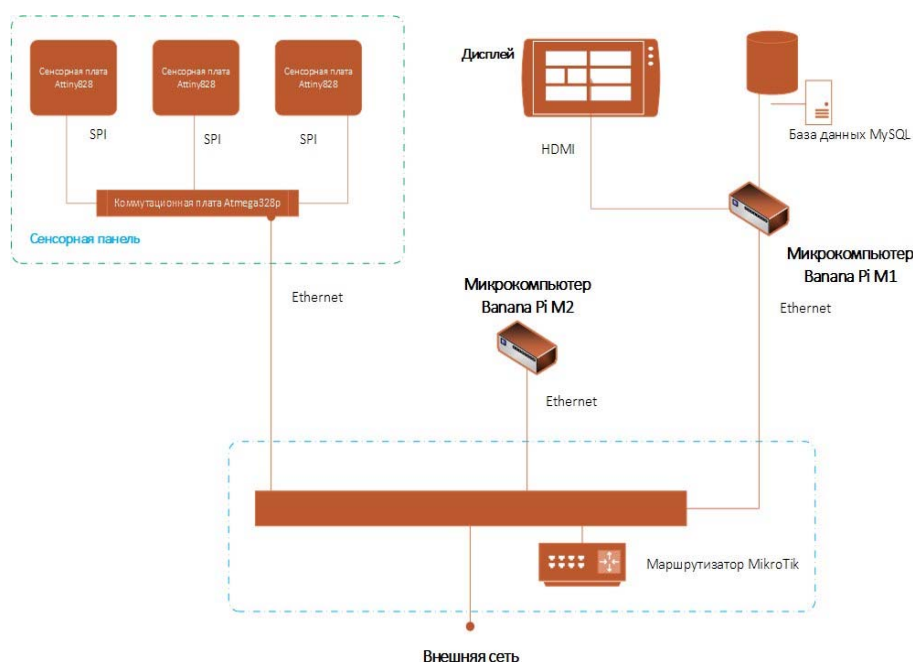


Рис. 1. Общая компонентная структура системы

Модульная архитектура данной системы делает ее гибкой и легко масштабируемой. Предоставляет возможность добавление нового функционала, не изменяя программную составляющую смежных систем.

Для микрокомпьютера Banana Pi M1 установлена операционная система Ubuntu Mate 16.04, распространяемая с открытым исходным кодом. Программная часть управляющего модуля реализована с помощью языка программирования Python 3.5. Python – высокоуровневый язык программирования общего назначения, ориентированный на повышение производительности разработчика и читаемости кода. Синтаксис ядра Python минималистичен. В то же время стандартная библиотека включает большой объем полезных функций [6]. Также при разработке использовался ряд подключаемых библиотек для решения некоторых задач:

- Для отрисовки на дисплее линий маршрута, вывода текстовой информации использовалась библиотека Tkinter. Tkinter (от англ. Tk interface) – кросс-платформенная графическая библиотека на основе средств Tk. Входит в стандартную библиотеку Python. Tkinter — это свободное программное обеспечение, распространяемое под Python лицензией [7] На рисунке 6 показан скриншот информационного сообщения на дисплее. Дисплей системы может быть использован в качестве видео-рекламной информации, сообщения МЧС, дорожных служб и другое. Разработанная система легко масштабируется и имеет гибкий интерфейс, что позволяет легко и быстро изменить интерфейс вывода данных.

- Для вывода голосовой информации используется синтезатор речи RHVoice. RHVoice – многоязычный синтезатор речи с открытым исходным кодом [8]. Данный программный продукт имеет множество функций, таких как: чтение из командной строки, чтение из файла, генерация аудиофайла. В нашей системе RHVoice генерирует аудиофайлы из информации, содержащейся в базе данных, а на вывод воспроизводится готовый, сгенерированный аудиофайл, что позволяет снизить нагрузку на процессор микрокомпьютера.

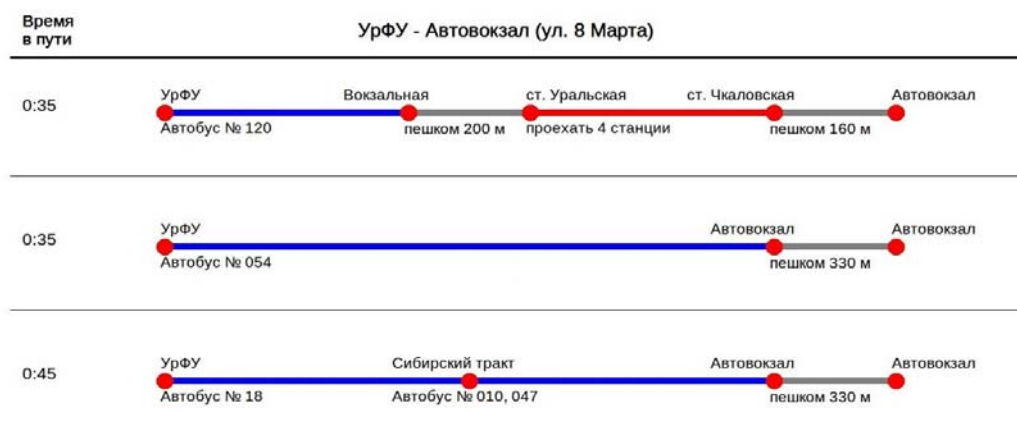


Рис. 2. Пример информационного сообщения на дисплее

Проведенная работа разработки программного обеспечения прототипа информационного терминала показала возможность быстрого изготовления работоспособных модулей промышленного оборудования на базе стека открытых программных продуктов. Необходимость применения закрытого программного обеспечения возникла только при программировании узкоспециализированного контроллера.

Использование свободно распространяемых и открытых библиотек позволили снабдить прототип широкими функциональными возможностями без длительной разработки собственных алгоритмов и программных фрагментов.

Таким образом, можно сделать вывод, что текущее состояние развития СПО позволяет производить быструю разработку сложных промышленных комплексов с существенно более низкими временными и финансовыми затратами, чем это предлагается в традиционных, закрытых решениях.

Список использованных источников

1. Web-ресурс сети Интернет [сайт]. URL: <http://www.libertarium.ru/freeMERT>.
2. Web-ресурс сети Интернет [сайт]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/KiCad>.
3. Web-ресурс сети Интернет [сайт]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Arduino>.
4. Web-ресурс сети Интернет [сайт]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Atmel_Studio.
5. Web-ресурс сети Интернет [сайт]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Модульное_прогр...
6. Web-ресурс сети Интернет [сайт]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Python#>.
7. Web-ресурс сети Интернет [сайт]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Tkinter>.
8. Web-ресурс сети Интернет [сайт]. URL: <https://github.com/Olga-Yakovleva/RHVoice/>.

УДК 659.2

В. Ю. Носков, Д. А. Макуха

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ БЕСПРОВОДНОЙ СИСТЕМЫ СВЯЗИ

Аннотация

Статья посвящена разработке программного продукта, который позволит строить сеть автономных датчиков для передачи информации на базе микроконтроллеров AVR в автоматическом режиме.

Ключевые слова: микроконтроллер, координатор, программный продукт, беспроводная сеть.

Abstract

The article is devoted to the development of a software product that will allow building a network of autonomous sensors for transmitting information on the basis of AVR microcontrollers in an automatic mode.

Keywords: microcontroller, coordinator, software product, wireless network.

Для реализации передачи данных посредством беспроводной связи была выбрана технология радиоканала на частоте 433 MHz, т.к. он является самым экономичным по затрачиваемой энергии, а для нас это являлось главным критерием, а также скорость передачи нам не сильно важна, т.к. данные, которые гуляют по сети, не велики (в пределах 40 байт каждый пакет).

В качестве прототипов для координатора, или центрального устройства, обрабатывающего информацию со всех устройств сети, был выбран микроконтроллер Arduino Mega 2680, т.к. она имеет большой вычислительный потенциал, и идеально подходит для обработки большого потока принимаемой информации, а также для хранения в своей памяти большого числа узлов сети. Изображение данного микроконтроллера представлено на рисунке 1.

В качестве окончательных и промежуточных устройств был выбран микроконтроллер из той же марки Arduino под названием Pro mini. Данное устройство изображено на рисунке 2.

В качестве приемников и передатчиков информации был выбран простейший комплект устройств FS1000a. Устройства представлены на рисунке 3.

Также для увеличения дальности передачи были использованы специальные антенны, представленные на рис. 4.

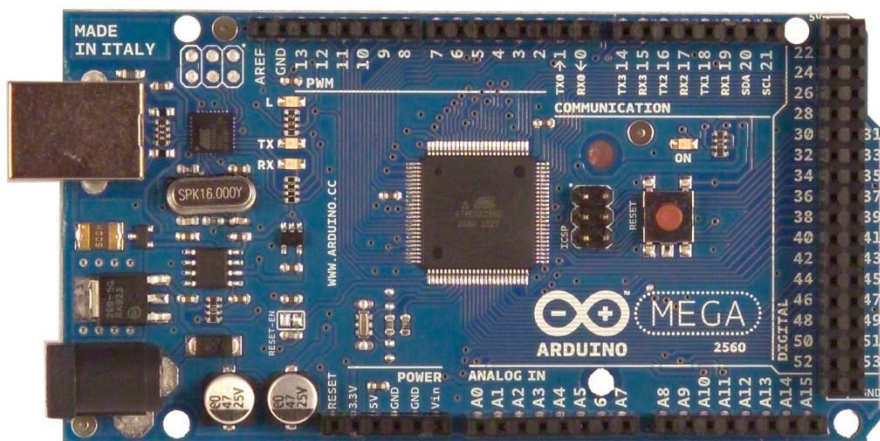


Рис. 1. Arduino mega 2560

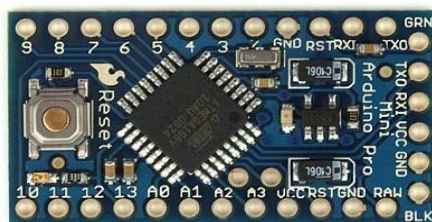


Рис. 2. Arduino Pro mini



Рис. 3. FS1000a, приемник и передатчик



Рис. 4. Антенна 17,3 см

Следующим шагом было подключение приемников и передатчиков к микроконтроллерам. Т.к. создавались прототипы, то подключение реализовалось через макетную плату, без пайки. Схемы подключения представлены на рис. 5 и 6.

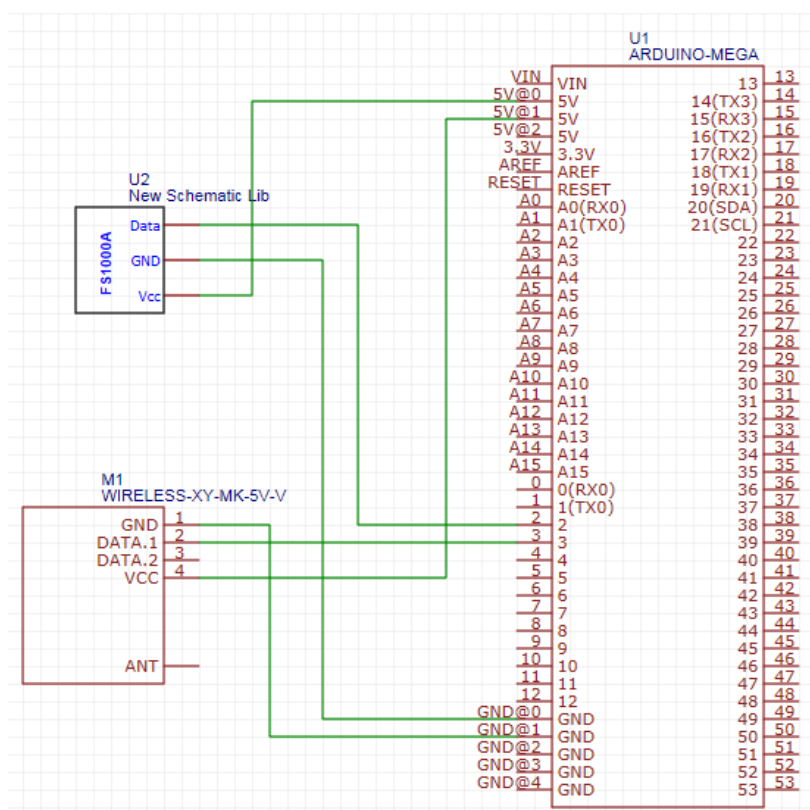


Рис. 5. Схема подключения координатора

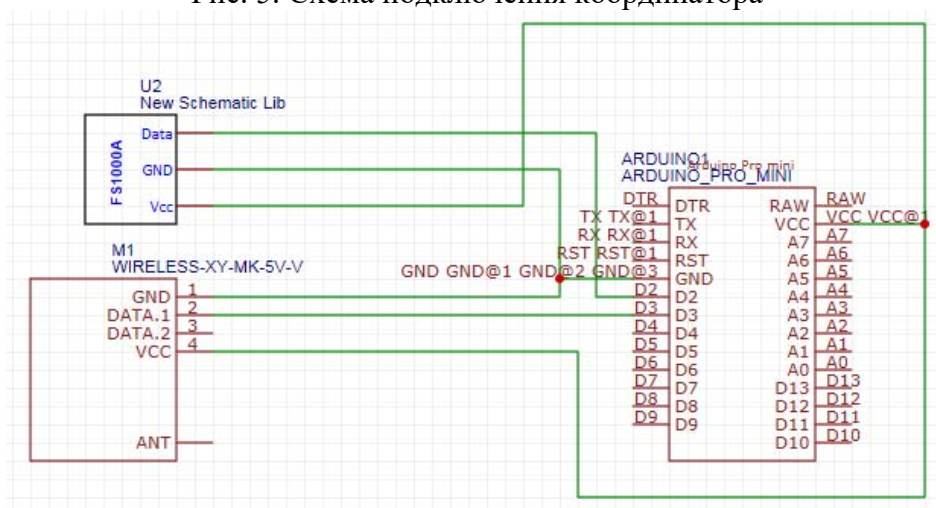


Рис. 6. Схема подключения оконечного устройства

Следом была разработана структура передаваемой по сети информации, для унификации данных передаваемых по сети.

Таблица 1

Структура данных передаваемых по сети

Название	Описание
device_id	Идентификатор передатчика
last_device_id	Идентификатор передатчика необходимый для регистрации устройства
destination_id	Идентификатор получателя
metric	Метрика устройства
command	Идентификатор команды
data	Данные

Реализация координатора сети очень проста. Данное устройство постоянно слушает эфир на несущей частоте и при приеме пакетов, оно его обрабатывает в соответствии с командой пакета, либо регистрирует устройство в сети, либо принимает от него данные. В случае если данные пришли некорректные, или не по назначению, то координатор сети не обрабатывает данные пакеты, а пропускает.

На рисунке 7 приведена общая блок схема алгоритма работы координатора.

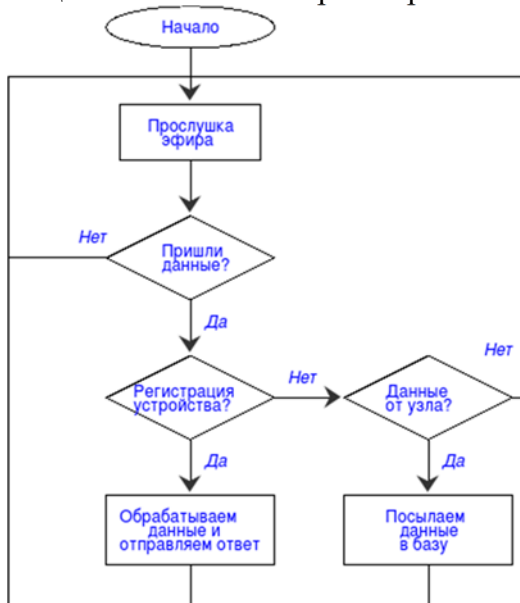


Рис. 7. Блок схема работы координатора сети

Реализация оконечного устройства тоже не доставляет сложности. При первом включении устройства в сеть, оно посылает запрос на регистрацию, если в течение 5 секунд ответ не приходит, то данное устройство посылает повторный запрос. И так происходит до тех пор, пока ему не приходит ответ с регистрационными данными. Также данное устройство пропускает трафик сквозь себя, даже находясь незарегистрированным, главное отличие от зарегистрированного устройства только в том, что оно не может передавать данные считанные с датчиков координатору. После регистрации устройство с определенной частотой начинает вещать данные в сеть в сторону координатора. В остальное время оно слушает эфир для ретрансляции данных от других узлов. Также предусмотрено отсеивание ненужных пакетов, и реализован алгоритм ретрансляции в нужном направлении в зависимости от приходящих пакетов.

На рисунке 8 приведена общая блок схема алгоритма работы оконечного устройства.

Также для реализации хранения данных в базе, был написан дополнительный модуль, который будет располагаться на ПК, к которому будет подключен координатор сети по Serial порту.

На текущий момент ведется работа по разработке режима сна устройств для большей экономии энергии. Также осуществляется перенос алгоритмов на чистые микроконтроллеры Atmel Atmega328 для минимизации размеров и производство печатных плат. Планируется дополнение структуры данных и улучшение протокола, в целях унификации подключаемых датчиков к микроконтроллерам.

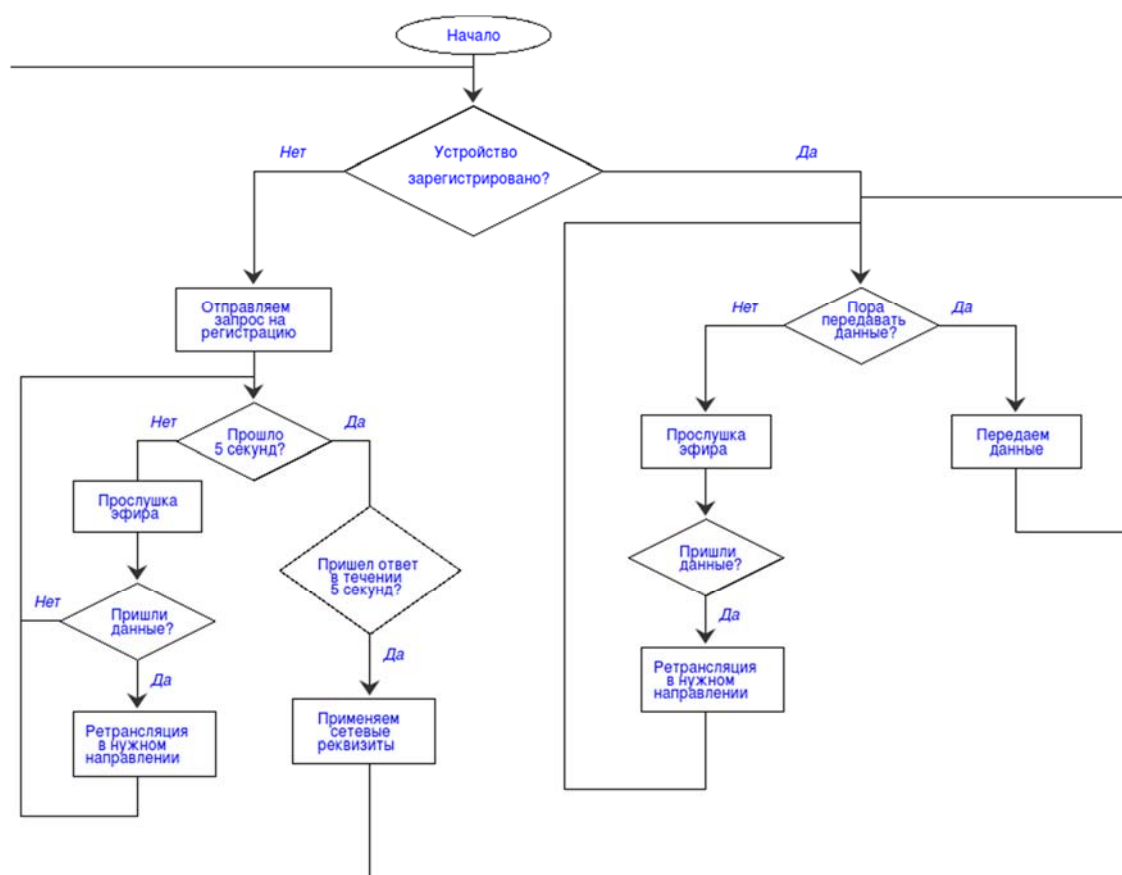


Рис. 8. Блок-схема работы оконечного устройства

Список использованных источников

1. Язык программирования C++: Специальное издание / Страуструп Б. – М.: Бином, 2017. –1135 с.
2. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы. 4-е издание / В.Олифер. – СПб.: Питер, 2010. – 944 с.

УДК 004.9

Ю. А. Попова, С. П. Куделин

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УЧЕТА СРЕДСТВ КОМПЬЮТЕРИЗАЦИИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Аннотация

Современная информационная инфраструктура крупного предприятия не мыслима без системы учета средств компьютеризации. Работа современного ИТ отдела осуществляется на пересечении учета, выполнения внутренних заказов и работы по инцидентам. Требование минимального времени, затрачиваемого сотрудниками на работу и внедрение системы, делает актуальной разработку под особенности конкретного предприятия.

В данной статье рассматривается информационная система учета средств компьютеризации предприятия, разработанная для отдела ИТ Синарского трубного завода. Система обеспечивает учет аппаратного, программного обеспечения, комплектующих, привязку оборудования к рабочим местам, отделам, ведение внутренних заказов, контроль га-

рантийных сроков технических приборов, лицензий программного обеспечения и создание отчетной документации.

Разработанное программное средство позволяет автоматизировать процесс учета, что позволяет сократить время учёта средств компьютеризации и дает возможность централизованно хранить данные о них.

Ключевые слова: информационная система, учет, компьютерная техника, комплектующие, внутренний заказ, средства компьютеризации, предприятие.

Abstract

The modern information infrastructure of a large enterprise is not conceivable without a computerization accounting system. Work modern it Department is at the intersection of accounting, internal orders and incidents. The minimum time spent by employees to work with the system, makes it relevant to the development of the employees of the Department.

In this article, the process of developing an information system for accounting of means of a computerization of an enterprise is developed for the IT department of the Sinarsky Pipe Plant. This software product includes the accounting of computer equipment, components and internal orders at the enterprise, monitoring of warranty periods of technical devices, control of the installed software and the terms of its licenses, maintenance of the supplier database, and the creation of reporting documentation.

Developed software tool allows to automate the accounting process, which allows to reduce the time of accounting of means of a computerization and enables centralized storage of data about them.

Keywords: information system, accounting, computer equipment, components, internal order, means of a computerization, enterprise.

Отдел ИТ в любой организации занимается покупкой орг-, компьютерной техники, сетевого оборудования, программного обеспечения, иного вспомогательного оборудования; техническим обслуживанием и установкой ПО. Тенденции в металлургической отрасли требуют комплексного подхода в области учета, направленного на повышение качества обслуживания пользователей, при одновременном снижении трудоемкости этого процесса. В отделе ИТ Синарского трубного завода было принято решение начать проводить эту работу своими силами. Первым этапом этой работы должно стать создание программы учета компьютерного оборудования.

В среднем компьютерная техника имеет срок службы 2–5 лет. При сроке службы компьютерной техники свыше 1,5–2 лет она претерпевает обязательную модернизацию, не считая текущих ремонтов, при этом возникает большое количество дополнительных задач, например, таких как:

- учет рабочих мест с детализацией до отдельных устройств;
- отражение информации о покупке, технических параметрах, истории перемещений по рабочим местам и ремонте;
- быстрое удаленное понимание, какие функциональные модули, компоненты находятся внутри системного блока;
- контроль ценностей;
- учет гарантийных сроков на технику с прогнозированием их окончания;
- учет инвентарных номеров, которые, при желании, можно присвоить каждому устройству;
- хранение информации по рабочему месту: ответственное лицо и пр.

Для удовлетворения приведенных выше потребностей разработана информационная система учета средств компьютеризации предприятия. Разработанная структура БД, даталогическая модель, которая представлена на рис. 1 и позволяет вести полный комплект информации о единице аппаратного обеспечения (сущность `Technical_device`), как правило, компьютере. К нему предусмотрена возможность ведения информации о поставщике (сущность

Provider), что позволяет быстро отслеживать общие проблемы, выявлять поставщиков некачественной продукции, проводить другие виды анализа, связанного с поставщиками. В системе ведется информация о закреплении оборудования за конкретным рабочим местом и отделом (сущности Worker и Departments), что позволяет ускорить поиск конкретного оборудования, более быстро проводить инвентаризацию всего компьютерного парка. В системе фиксируются все изменения в аппаратном обеспечении, а именно изменение ПО (сущность Software), замена компонента (сущность Components), дата и представитель отдела ИТ (сущность Worker_it).

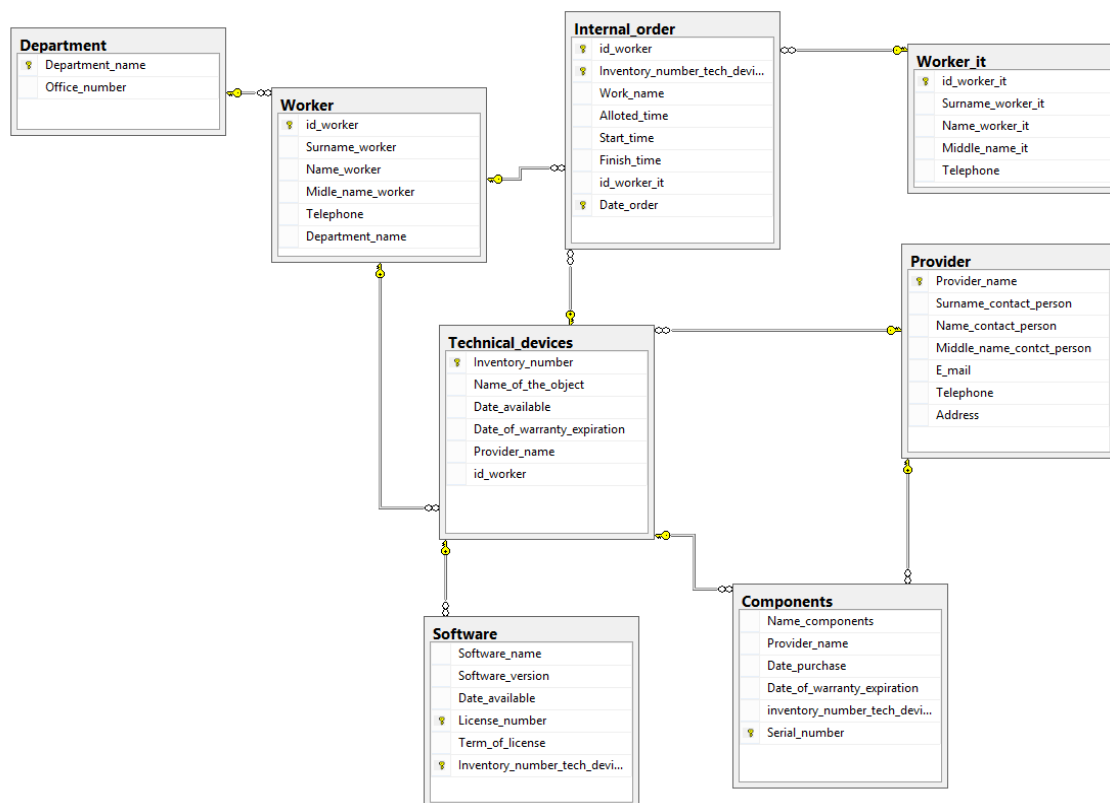


Рис. 1. Даталогическая модель базы данных

Разработанная схема не противоречит условиям 3-й нормальной формы. Применение базы данных Microsoft SQL Server позволяет обеспечить надежный способ хранения данных для любых целей, расширение по мере наполнения информацией, без заметного уменьшения быстродействия операций с записями в многопользовательском режиме [1]. Обеспечение схемы БД первичными ключами, а также «связями» между отношениями, представляющими собой внешние ключи, позволяет обеспечить целостность, надежность и максимальную защиту от искажений БД [2].

Разработка интерфейса проведена в логике объектно-ориентированного подхода [3]. (вся логика реализована в виде структуры классов). Вся ИС создана в среде Microsoft Visual Studio 2015 на языке C#.

В информационной системе предусмотрена защита от несанкционированного доступа (рис. 2). Это окно добавляет универсальности предлагаемому продукту за счет введения гибких настроек на доступ к БД.

Рис. 2. Окно «Регистрация»

После регистрации пользователь переходит в главное окно системы (рис. 3). В нем пользователь выбирает один из трех основных режимов работы.

Дата заявки	Название работы	Сотрудник, делающий заказ	Выделенное время(выполнить заказ до...)	Инвентарный номер при...
24.04.2017	Работа1	Иванов	30.04.2017	Номер
24.04.2017	Работа2	Сидоров	28.04.2017	123456

Рис. 3. Главное окно программы

В режиме «Внутренние заказы» можно вводить и корректировать данные, характеризующие заказ: ФИО сотрудника, делающего заказ; инвентарный номер прибора; название работы; дата заказа; выделенное время; время начала работы; время окончания работы; сотрудника, выполняющего заказ.

В режиме «Технические приборы» можно вводить и корректировать данные о приборах: инвентарный номер; название технического прибора; дата покупки; дата окончания гарантии; имя поставщика; ФИО сотрудника, за которым закреплен прибор.

В режиме «Комплектующие» можно вводить и корректировать данные о комплектующих: кодовое обозначение комплектующей; имя поставщика; дата покупки; дата окончания гарантии; инвентарный номер прибора установки; серийный номер комплектующей.

Переход между режимами осуществляется выбором соответствующей вкладки.

Также в системе предоставляются возможности по работе со вспомогательными данными по поставщикам, сотрудникам организации, сотрудникам ИТ и подразделениям предприятия.

В соответствии с требованиями руководства отдела по расходу комплектующих созданы отчеты: «Внутренний заказ», «Комплектующие» и «Технические приборы». На рисунке 4 приведен отчет «Комплектующие».

Название комплектующей	Серийный номер	Дата покупки	Дата окончания гарантии	Имя поставщика	Инвентарный номер прибора установки
Комплектующая1	147RR	15.04.2016 0:00:00	14.04.2017 0:00:00	Поставщик1	123456
Комплектующая2	25SD6	20.04.2015 0:00:00	19.04.2016 0:00:00	Поставщик3	123456

28.04.2017 1:47:09

Рис. 4. Отчет «Комплектующие»

Заключение

Разработанная информационная система предоставляет функциональность:

- 1) по авторизации с разделением прав;
- 2) по формированию и печати отчетов,
- 3) по обеспечению контроля гарантийных сроков, и сроков эксплуатации;
- 4) по обеспечению контроля установленного программного обеспечения.

Разработанная система позволяет сократить время учёта средств компьютеризации.

Список использованных источников

1. Web-ресурс сети Интернет [сайт]. URL: <https://msdn.microsoft.com/ru-ru>. Статья «Справочник разработчика для SQL Server 2014».
2. Web-ресурс сети Интернет [сайт]. URL: <https://ru.wikipedia.org>. Статья «Проектирование баз данных».
3. Web-ресурс сети Интернет [сайт]. URL: <http://www.intuit.ru>. Статья «Основные понятия объектно-ориентированного подхода».

УДК 669.013

М. В. Потапов, В. А. Гольцев

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия

РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОГО КОМПЛЕКСА НА БАЗЕ МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ ТЕХНИКИ ФИРМЫ SIEMENS

Аннотация

В рамках проводимого департаментом техники и автоматизации приводов Уральского представительства концерна Siemens (Siemens A&D) открытого конкурсного отбора среди вузов кафедра «Теплофизика и информатика в металлургии» получила в бессрочную

аренду комплект контроллера SIMATIC S7-300 и программные продукты для программирования контроллера.

На базе оборудования и программных средств для лаборатории разрабатывается стенд. В процессе разработки рассмотрены основные характеристики используемого для построения системы автоматизации стенда программируемого логического контроллера SIMATIC S7-300.

Приведено описание и состав инструментального программного обеспечения, с использованием которого велась разработка прикладного программного обеспечения для контроллера и SCADA-система для лабораторного стенда.

Ключевые слова: лабораторный комплекс, контроллер, SIMATIC S7-300.

Abstract

Within the framework of open competitive selection among universities, which is carried out by the department of machinery and automation of drives of the Ural representation of the Siemens concern (Siemens A & D), the Department of "Thermophysics and Informatics in Metallurgy" received in a perpetual lease the SIMATIC S7-300 controller package and software products for controller programming.

On the basis of equipment and software for the laboratory, a stand is being developed. During the development process the main characteristics of the SIMATIC S7-300, which is used to build an automation system, programmable logic controller stand are considered.

The description and the composition of the instrumental software with the use of which the application software for the controller was developed and the SCADA system for the laboratory stand were described.

Keywords: Laboratory complex, controller, SIMATIC S7-300.

Лабораторный стенд предназначен для изучения законов регулирования (ПИД, двухпозиционное), исследования параметров объекта управления.

Разрабатываемый лабораторный стенд представляет собой программно-технический комплекс, в структуре которого можно выделить три основных уровня:

а) уровень ввода-вывода (Input/Output), представленный нагревательной печью сопротивления, а также датчиком температуры и исполнительными элементами управления;

б) уровень управления (Control), реализованный программируемым логическим контроллером (ПЛК), который осуществляет сбор сигналов от датчиков и генерацию сигналов управления;

в) уровень диспетчерского управления и сбора данных (SCADA) – рабочее место, оснащенное персональным компьютером, который через коммуникационный интерфейс связан с ПЛК; осуществляет сбор и хранение данных, а также представление данных для пользователя.

Структура лабораторного стенда представлена на рисунке 1.

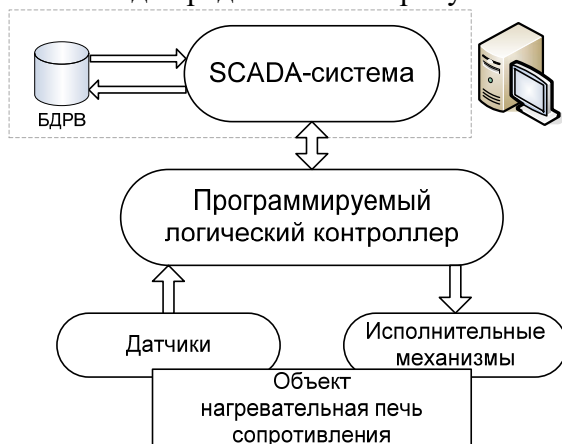


Рис. 1. Структурная схема лабораторного стенда

Основным параметром управления является температура в печи. Температура измеряется с помощью термопреобразователя сопротивления. Управление осуществляется подачей питающего напряжения на объект.

Для изучения на стенде выбраны два закона регулирования:

а) двухпозиционное регулирование с зоной неоднозначности: применяется в процессах, где требования к качеству регулирования не являются критичными и допускают определенные отклонения;

б) ПИД-регулирование. Порядка 90–95 % регуляторов, находящихся в настоящее время в эксплуатации, используют ПИД-алгоритм. Причинами столь высокой популярности являются простота построения и промышленного использования, ясность функционирования, пригодность для решения большинства практических задач.

Функции управления на лабораторном стенде выполняет программируемый логический контроллер (ПЛК) Siemens SIMATIC S7-300. Внешний вид контроллера приведен на рисунке 2.



Рис. 2. Внешний вид ПЛК Siemens SIMATIC S7-300

Используемый на стенде контроллер включает три основных блока:

- а) блок питания;
- б) процессор;
- в) сигнальные блоки.

Расположение всех блоков приведено на рисунке 3.

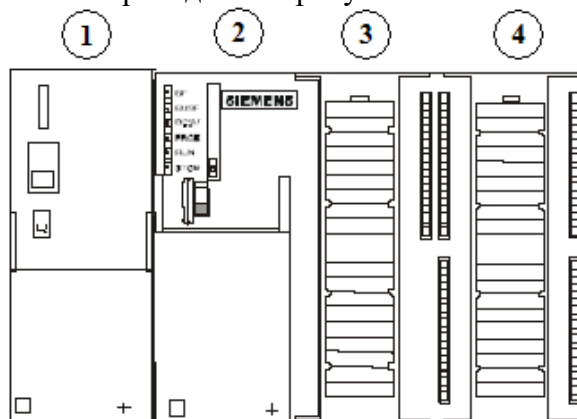


Рис. 3. Составные части ПЛК Siemens SIMATIC S7-300:

- 1 – блок питания; 2 – процессор; 3 – сигнальный блок 5 AI/2AO/8 DI;
- 4 – сигнальный блок 16 DI/16 DO

В качестве датчика температуры в нагревательной печи используется термопреобразователь сопротивления ТСП-0879 100П/В/2/ -50/+500 (аналог ТСП-9201, ТСП-0193), представленный на рисунке 4.



Рис. 4. Термопреобразователь сопротивления ТСП-0879

Для создания программы контроллера, ее отладки и записи в контроллер используется среда программирования Siemens STEP 7.

Структура дерева проекта показана на рисунке 5.

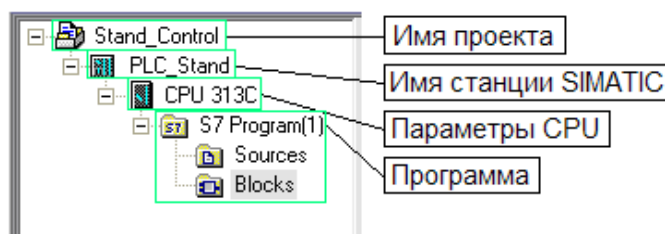


Рис. 5. Структура проекта STEP 7

Для сбора и хранения данных от контроллера, а также представления их в понятном виде в состав лабораторного стенда включена SCADA-система. Для создания использовался пакет разработки Siemens WinCC v6 SP4.

Основные задачи, которые должна выполнять SCADA-система:

- а) сбор и хранение технологических данных;
- б) представление данных в удобном для восприятия виде;
- в) сигнализирование о нештатных ситуациях или оповещение о том, что произошло некоторое событие; ведение архива сообщений.

Дерево проекта SCADA-системы представлено на рисунке 6.

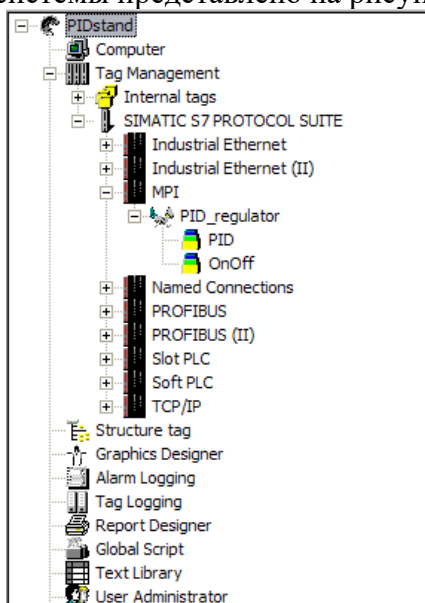


Рис. 6. Дерево проекта SCADA-системы

Кадр мнемосхемы для работы по изучению двухпозиционного регулирования показан на рисунке 7.

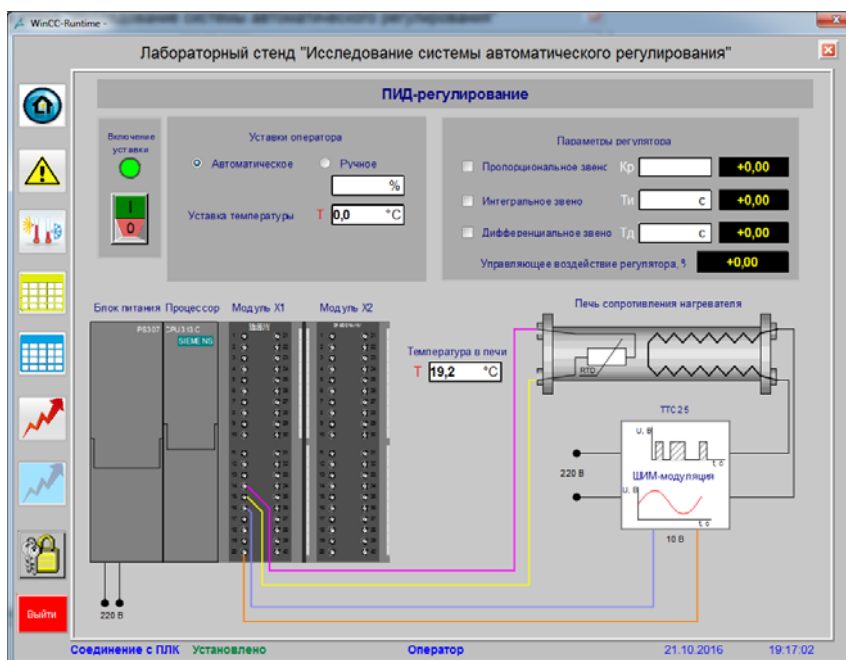


Рис. 7. Кадр с мнемосхемой работы по изучению ПИД-закона регулирования

Список использованных источников

1. Simatic HMI. WinCC V6.0 Основная документация. Руководство пользователя. Перевод с немецкого [Электронный ресурс] – Нюрнберг: A&D PT1, 2003 – 1 оптический носитель (CD ROM).
2. SIMATIC Программируемый контроллер S7-300. Аппаратура и монтаж. Перевод с немецкого [Электронный ресурс] – Нюрнберг: Siemens AG, 2002 – 1 оптический носитель (CD ROM).
3. SIMATIC ПИД-управление температурой. Руководство пользователя. Перевод с немецкого [Текст] – Нюрнберг: Siemens AG, 2002.

УДК 378:004

А. Д. Раецкий, С. А. Шлянин, Л. А. Ермакова

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»,
г. Новокузнецк, Россия

РАЗРАБОТКА ОТЧЕТА К СИСТЕМЕ MOODLE ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ КОНТРОЛЯ РАБОТЫ УЧАСТНИКОВ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Аннотация

Работа посвящена созданию плагина отчета для системы управления обучением Moodle, который отображает статистику работы обучающихся и преподавателя в электронном курсе. Отчет представил такие сведения, как количество выполненных работ обучающихся, число оцененных работ преподавателем, количество выполненных тестов, что позволило в значительной степени ускорить процесс контроля работы участников образовательного процесса. Разработанный модуль предоставляет возможность выполнять фильтрацию по локальным группам курса для отображения данных только по выбранной. Кроме того, в отчете была добавлена возможность скрывать отдельные модули из расче-

та общей статистики, для чего в LMS Moodle определено новое право, позволяющее переключать видимость.

Ключевые слова: отчет, плагин, Moodle, система управления обучением, электронная информационно-образовательная среда, задание, тест.

Abstract

The work is devoted to developing a report plugin for learning management system «Moodle» that provides the statistic of student's and teacher's activity in electronic courses. The report provides such information as amount of uploaded student's works, graded works and finished tests, that significantly increased the efficiency of the education process member's activity control process. The developed module allows to filter data by local course groups. Also a new right was added in LMS «Moodle» that allows to hide some courses modules to remove them from statistic calculations.

Keywords: report, plugin, Moodle, learning management system, electronic information educational environment, assign, test.

Новые федеральные государственные образовательные стандарты высшего образования (ФГОС ВО 3+) выдвигают требования, согласно которым электронная информационно-образовательная среда (ЭИОС) университета должна обеспечивать: «... фиксацию хода образовательного процесса, результатов промежуточной аттестации и результатов освоения программы ...» [1].

В Сибирском государственном индустриальном университете в качестве системы управления обучения используется Moodle [2-4]. Moodle распространяется под лицензией GNU GPL, что позволяет сторонним разработчикам создавать различные типы дополнений (плагинов), примерами которых являются блоки, отчеты, плагины предотвращения плагиата и многое другое.

Фиксация результатов образовательного процесса в системе Moodle может осуществляться с помощью двух предустановленных модулей курса: задание и тест. Задание предполагает, что обучающийся отправляет ответ в виде текста или файла, который в дальнейшем проверяется преподавателем с выставлением оценки и размещением отзыва на выполненное задание. В модуле теста осуществляется контроль знаний студента посредством проведения тестирования с использованием различных типов вопросов.

На сегодняшний день в системе Moodle отсутствует инструмент, который позволил бы увидеть активность работы обучающихся и преподавателя в электронном курсе. Для того чтобы увидеть такую активность, нужно проверить, сколько студентов отправили ответы на задания, сколько тестов они выполнили, сколько работ проверил преподаватель. Для этого необходимо просматривать журнал оценок для определения числа проверенных работ, а также страницу с таблицей оценивания модуля задания для определения числа отправленных работ обучающимися. Выполнение данной работы занимает очень много времени, поэтому разработка отчета для отображения результатов работы в курсе студентов и преподавателя является актуальной задачей. С точки зрения Moodle любой отчет является модулем типа «отчет», который может быть доступен из любого электронного курса. По своей сути он является папкой с набором скриптов, расположенной в директории report.

При создании отчета использовался интерфейс программирования Moodle API [5], который предоставляет разработчику множество полезных функций. Доступ к отчету можно получить с помощью ссылки из блока «Настройки» любого курса через вкладку «Отчеты». Для отображения такой ссылки следует в файле плагина lib.php определить функцию, аналогичную представленной в листинге на рисунке 1.

```
function report_activity_extend_navigation_course($reportnav, $course, $context) {
    if (has_capability('report/activity:view', $context)) {
        $url = new moodle_url('/report/activity/index.php', array('id' => $course->id));
        $reportnav->add(get_string('pluginname', 'report_activity'), $url, null,
            navigation_node::TYPE_SETTING, null, new pix_icon('i/report', ''));
    }
}
```

Рис. 1. Пример функции добавления ссылки на отчет в блок навигации

В представленном программном коде (рис. 1) сначала с помощью Moodle Access API выполняется проверка права на просмотр отчета, после чего создается ссылка на отчет, которая в дальнейшем добавляется в блок навигации электронного курса.

Разрабатываемый отчет должен выводить список всех заданий и тестов курса, а также список преподавателей со временем их последнего входа в курс. Для каждого задания необходимо вывести следующую информацию: общее число заданий, число отправленных ответов обучающихся, число оцененных работ преподавателем. Для тестов следует показать их общее количество, а также число пройденных. Также следует вывести общий процент работы в курсе, который зависит от активности студентов и преподавателей. Отчет должен предусматривать возможность фильтрации по локальным группам курса, а также предоставлять возможность скрывать какие-либо задания или тесты, для исключения их из общей статистики отчета (например, если какое-либо задание не предполагается к выполнению в текущем семестре в курсе, рассчитанном на два семестра).

Фильтрация по локальным группам курса осуществляется с помощью двух функций: `groups_print_course_menu()` и `groups_get_course_group()`. Первая выводит список локальных групп курса, а вторая возвращает идентификатор текущей выбранной группы курса. Для получения информации обо всех модулях электронного курса Moodle использовалась функция `get_fast_modinfo()`. С помощью функции `get_enrolled_sql()` формируется фрагмент SQL-запроса для получения пользователей, подписанных на курс. Кроме того, с помощью объекта `info_module` системы Moodle выполняется дополнительный фильтр в соответствии с ограничениями, установленными на модуль курса. Примерами таких ограничений являются: наличие обучающегося в определенной локальной группе курса, соответствие фамилии обучающегося заданной и т.д. Количество сданных в задании работ обучающихся определяется с помощью таблицы базы данных `assign_submission`, а количество оцененных работ с помощью таблицы `assign_grades`. Работа считается оцененной, если ее дата оценивания преподавателем больше даты загрузки ответа обучающимся. Количество выполненных тестов определяется с помощью таблицы `quiz_grades`.

На рис. 2 представлены функциональные возможности разработанного отчета. Форма отчета содержит фильтр, позволяющий отображать данные для конкретной локальной группы электронного курса. Также представлен список преподавателей курса, списки заданий и тестов. В отчете выводятся различные оповещения, примерами которых являются: задание является групповым, задание не требует оценки, тест не содержит вопросов, есть неоцененные работы. В то же время отчет позволяет скрывать модули курса с помощью соответствующей кнопки для исключения их из общей статистики. Для сокрытия элементов с помощью Moodle Access API было определено новое право на возможность осуществления данной операции пользователями системы управления обучением, а также в базе данных с помощью синтаксиса XMLDB была создана новая таблица.

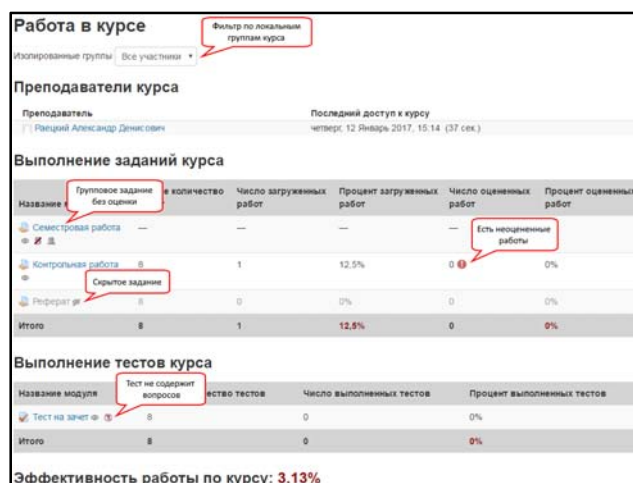


Рис. 2. Функциональные возможности отчета о работе в курсе

На рис. 3 представлен внешний вид отчета о работе в курсе для реального курса из системы управления обучением Moodle.

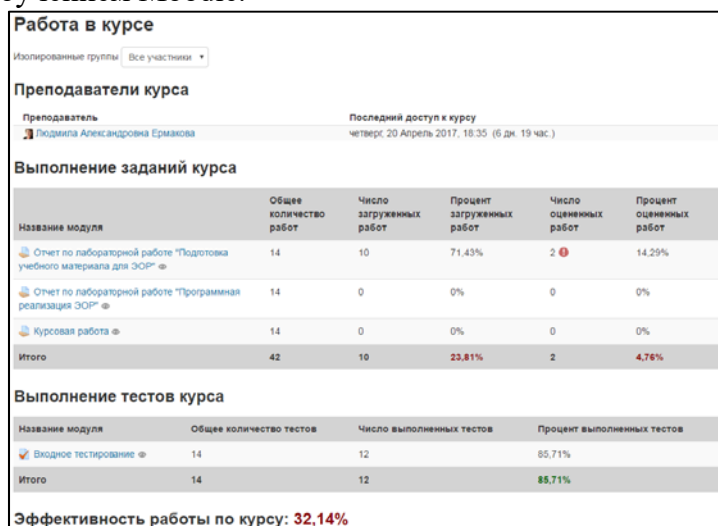


Рис. 3. Внешний вид отчета о работе в курсе

Отчет подсчитывает общую эффективность работы в курсе, на которую влияют число загруженных работ студентов, число оцененных работ преподавателем, а также число выполненных тестов.

Таким образом, был разработан отчет в виде дополнительного модуля к LMS Moodle, который позволил значительно ускорить процесс контроля работы участников образовательного процесса в электронном курсе. Отчет предоставляет такие сведения, как список преподавателей курса, количество выполненных обучающимися работ и тестов, количество оцененных работ преподавателями, а также общую эффективность работы по курсу. Дальнейшее развитие данного отчета предполагает вывод таких сведений по категориям электронных курсов Moodle с возможностью их последующего экспорта в Microsoft Excel.

Список использованных источников

1. ФГОС ВО по направлениям бакалавриата [Электронный ресурс] – Режим доступа – [http://fgosvo.ru/fgosvo/92/91/4] – Загл. с экрана (дата обращения: 27.04.2017).
2. Ермакова Л.А. Построение единой информационно-образовательной среды университета // Информационные технологии. Проблемы и решения: материалы международной научно-практической конференции. – Уфа, 2015. – Т. 1. – С. 151–155.

3. Ермакова Л.А. Создание электронной информационной образовательной среды в СибГИУ / Л.А. Ермакова, А.Е. Шендриков // Моделирование и наукоемкие информационные технологии в технических и социально-экономических системах: труды IV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, 12–15 апреля 2016 г. – Новокузнецк, 2016. – Ч. 2. – С. 59–64.

4. Гусев М.М. Автоматизация процесса регистрации пользователей в LMS MOODLE // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения. – Новокузнецк, 2016. – Т4. – С. 195–197.

5. MoodleDocs [Электронный ресурс] – Режим доступа – [https://docs.moodle.org/dev/Main_Page] – Загл. с экрана (дата обращения: 27.04.2017).

УДК 004.942

И. А. Рыбенко

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»,
г. Новокузнецк, Россия

ИНСТРУМЕНТАЛЬНАЯ СИСТЕМА МОДЕЛИРОВАНИЯ И ОПТИМИЗАЦИИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Аннотация

В статье приведено описание инструментальной системы «Инжиниринг-Металлургия», предназначенной для исследования и оптимизации металлургических процессов. Система представляет собой комплекс программ и баз данных, адаптированных к различным вариантам металлургических технологий, которые разработаны средствами Microsoft Excel и объединены в одну инструментальную систему путем создания надстройки с использованием языка программирования Delphi. Система позволяет осуществлять гибкий выбор набора входных и выходных параметров системы, рассчитывать материальный и тепловой балансы, определять температуры процесса, рассчитывать массы и химический состав продуктов, технико-экономические показатели, проводить термодинамический анализ химических реакций, определять активности компонентов фаз и решать задачу оптимизации по формальным критериям. С использованием разработанных программ можно осуществлять многовариантные расчеты, решая как прямую задачу прогнозирования, так и обратную задачу управления, поводить исследования процесса и строить зависимости различных показателей от требуемых параметров, решать задачу оптимизации по различным критериям.

Ключевые слова: металлургический процесс, математическая модель, инструментальная система, комплекс программ, оптимизация.

Abstract

The article describes a tool "System Engineering-metallurgy, intended for exploration and metallurgical processes optimization. The system is a set of programs and databases, adapted to the various options of metallurgical technologies which are designed with Microsoft Excel and merged into one tool system by creating add-ins using Delphi programming language. The system allows flexible selection of a set of input and output parameters of the system, expect material and heat balances identify process temperature, calculate mass and chemical composition of products, technical-economical indicators, conduct thermodynamic analysis of chemical reactions, to determine the activity of the components of the phases and the task of optimization on formal criteria. Using the developed programs can perform multivariate calculations, solving both direct task of forecasting, and backward management task.

Keywords: mathematical model, metallurgical process, tooling system, complex programs, optimization.

Разработка новых и совершенствование существующих металлургических технологий невозможна без исследований на математических моделях. Поэтому актуальной задачей является разработка инструментальных систем, реализующих математические модели, которые бы позволили проводить эффективные исследования и оптимизацию металлургических процессов [1–6].

В связи с этим разработана инструментальная система «Инжиниринг-Металлургия» в виде комплекса программ и баз данных, позволяющая осуществлять многовариантные расчеты и определять оптимальные режимы реализации различных вариантов металлургических технологий.

Система «Инжиниринг-Металлургия» реализована средствами Microsoft Excel путем осуществления связей и математических расчетов между элементами совокупности таблиц и применения встроенной процедуры среды Excel «Поиск решения» – Solver, и представляет собой комплекс программ, адаптированных для ряда металлургических технологий, объединенных в одну инструментальную систему путем создания надстройки с использованием языка программирования Delphi.

Система позволяет осуществлять гибкий ввод исходных данных для выбранного типа процесса, рассчитывать все стадии и подпроцессы для заданного варианта технологии, определять термодинамические функции веществ, химических реакций и активности компонентов фаз. По результатам расчетов формируются таблицы материального баланса на уровне потоков, веществ и элементов, теплового баланса процесса и определяется равновесная температура. Определяются массы и химический состав продуктов – металла, шлака, газа, технико-экономические показатели и решается задача оптимизации по формальным критериям.

Программы, разработанные в среде Microsoft Excel, включают в себя блоки «Исходные данные», «Балансы», «Энтальпии», «Активности», «Реакции», «Технико-экономические показатели», «Оптимизация», «Графика», «Исследование», в которых используются следующие базы данных: «Химический состав материалов», «Термодинамические свойства индивидуальных веществ (ТСИВ)», «Параметры взаимодействия 1-го порядка», «Атомные параметры», «Термодинамические характеристики реакций фазовых переходов и растворения элементов», «Удельные энергоемкости материалов» (рис. 1).

В блоке «Исходные данные» осуществляется ввод исходных данных: расходы, температура и химический состав для заданного набора шихтовых материалов и технологические параметры процесса. Пользователю предложен полный перечень шихтовых материалов для выбранного варианта технологии. По умолчанию в программе заданы химические составы всех используемых материалов, которые пользователь может изменять по своему желанию. Параметры процесса определяются типом технологии, это могут быть тепловые потери, потери металла в виде корочек, коэффициенты усвоения материалов, КПД, коэффициенты распределения элементов по фазам, степень дожигания отходящих газов и т. д. Значения этих параметров также заданы по умолчанию. Их можно изменить, либо настроить самостоятельно с помощью встроенного оптимизатора. В блоке «Балансы» осуществляется расчет всех стадий и подпроцессов, а также материального и теплового балансов.

При расчете материального баланса производится декомпозиция всех веществ, поступающих в металлургический агрегат, сначала на вещества, а затем на элементы, которые с использованием коэффициентов распределения по фазам перераспределяются в металл, шлак или газ. Коэффициенты распределения настраиваются по результатам термодинамического моделирования для проектируемых процессов либо задаются на основании экспериментальных или литературных данных для известных технологий.

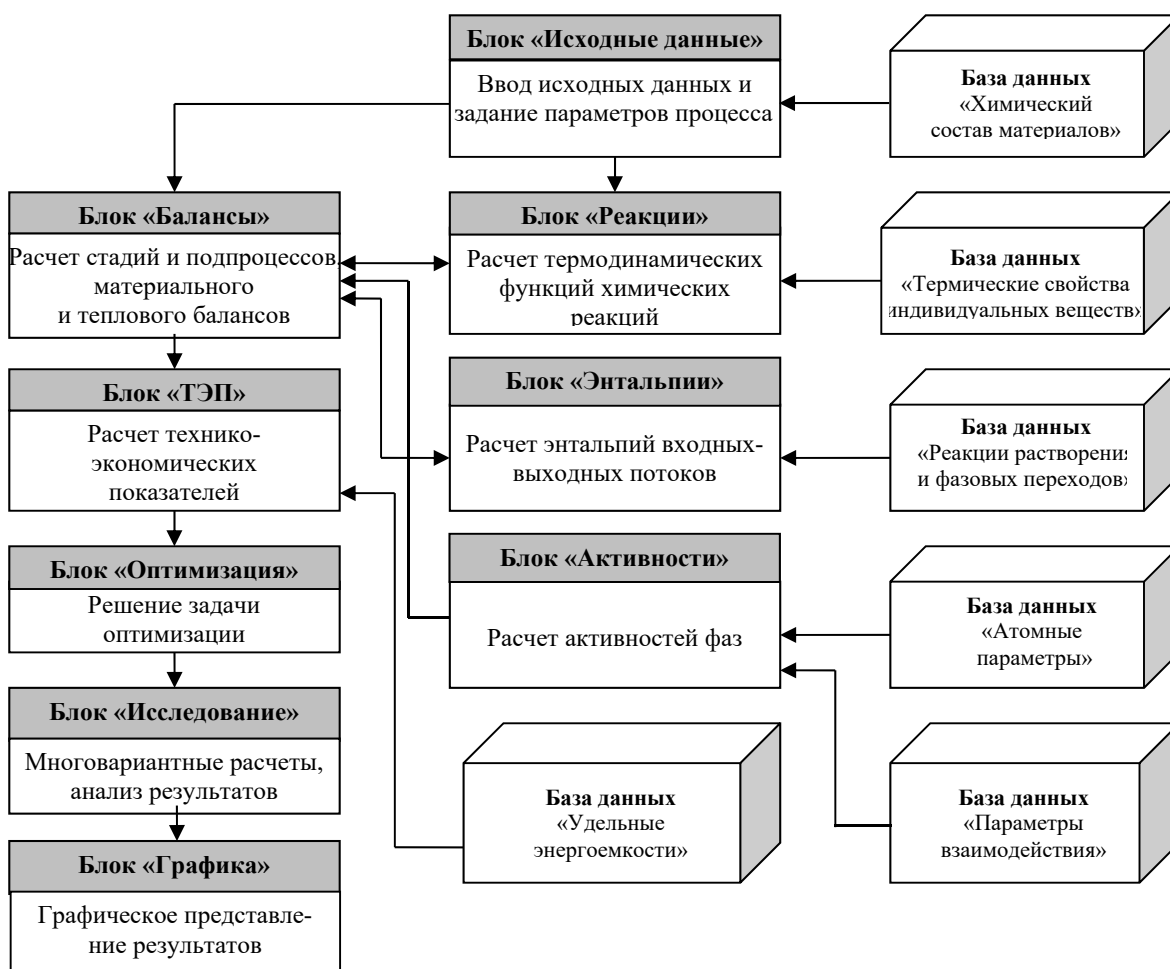


Рис. 1. Схема инструментальной системы «Инжиниринг-Металлургия»

Материальный баланс представлен балансами потоков, веществ и элементов. В результате дальнейшего расчета формируются составы и массы металла, шлака и газа. В этом же блоке рассчитываются все статьи теплового баланса. К приходной части баланса относятся энтальпии исходных материалов, тепловые эффекты экзотермических реакций и приход тепла от внешних источников, к расходной – энтальпии продуктов, тепловые эффекты эндотермических реакций и потери тепла в окружающую среду.

Энтальпии исходных материалов и конечных продуктов рассчитываются в отдельном блоке «Энтальпии», в который из блока исходных данных передаются значения температуры, массы и состава исходных материалов, имеющих температуру выше 298 К, и из блока расчета материального и теплового балансов – значения температуры, массы и составов металла, шлака и газа. В расчете используются данные термодинамических функций веществ с использованием базы данных «Термодинамические свойства индивидуальных веществ».

В зависимости от поставленной задачи (прогнозирование или управление) температура металла может быть задана или рассчитана с использованием процедуры среды Excel «Solver» путем минимизации абсолютного значения невязки теплового баланса.

В блоке «Активности» производится расчет активностей компонентов металла с использованием аппарата параметров взаимодействия, шлака – по теории коллективизированных электронов и парциальных давлений газовой фазы. При расчетах активностей используются базы данных «Параметры взаимодействия 1-го порядка» и «Атомные параметры».

Термодинамический анализ химических реакций константным методом осуществляется в блоке «Реакции». Для реакций горения, восстановления, окислительного рафинирования и реакций между индивидуальными веществами рассчитываются изменение изобарно-изотермического потенциала и константа равновесия. Для этого используются данные расчетов термодинамических функций индивидуальных веществ с использованием справочника

«Термодинамические свойства индивидуальных веществ» и баз данных по термодинамическим характеристикам реакций фазовых переходов и реакций растворения элементов в жидком железе. Производится оценка степени отклонения реакций от термодинамического равновесия путем анализа показателя отношения произведения активностей реагирующих веществ к константе равновесия. Для чего используются данные по активностям компонентов металла и шлака.

Блок «Технико-экономические показатели» представлен таблицей расчета производительности агрегата, удельных расходов материалов, себестоимости и энергоемкости продукта. При этом используется база данных значений удельных энергоемкостей материалов.

В блоке «Оптимизация» осуществляется решение оптимизационных задач формальными методами, которое заключается в нахождении экстремума одного из критериев при выполнении системы ограничений с использованием встроенного оптимизатора «Solver». В качестве критериев предложены следующие показатели: суммарный расход шихтовых материалов на единицу продукции, себестоимость, энергозатраты и производительность агрегата. В систему ограничений входят требования к составу получаемого продукта, диапазоны изменения расходов компонентов входных потоков и параметров состояния системы, соблюдение закона сохранения массы на уровне потоков, веществ и элементов, соблюдение закона сохранения энергии, выполнение целевых условий по остальным критериям. Встроенный оптимизатор «Solver» также используется для настройки коэффициентов модели и определения температуры конечных продуктов путем минимизации невязки теплового баланса.

В блоке «Оптимизация» также представлены сводные результаты расчета: материальный баланс по потокам, общий тепловой баланс, технико-экономические показатели и составы металла, шлака и газа.

В блоке «Графика» реализовано графическое представление результатов в виде гистограмм, круговых диаграмм и графиков, позволяющих провести полный анализ полученных результатов.

В блоке «Исследование» в одну строку формируется сводная таблица результатов, включающая значения удельных расходов материалов, технико-экономических показателей, параметров металла, шлака и газа и других необходимых показателей для выбранного варианта технологии. Путем тиражирования результатов каждого расчета можно формировать таблицу многовариантных исследований с последующей возможностью построения графиков.

Модули «Энтальпии», «Активности», «Реакции», «Оптимизация», «Графика» и «Исследование», а также используемые базы данных являются стандартными и могут применяться для расчетов любых типов процессов путем согласования данных с блоками «Исходные данные» и «Балансы», которые, как и модуль «ТЭП», адаптированы к конкретному варианту технологии.

С использованием разработанных программ и баз данных «Инжиниринг-Металлургия» можно осуществлять любые расчеты, решая как прямую задачу прогнозирования, так и обратную задачу управления, проводить исследования процессов, осуществлять многовариантные расчеты и строить зависимости различных показателей от требуемых параметров, решать задачу оптимизации по различным критериям.

Список использованных источников

1. Рыбенко И.А. Применение методики и инструментальной системы расчета металлургических процессов для разработки теоретических основ ресурсосберегающих технологий: монография / И.А. Рыбенко; Сиб. гос. индустр. ун-т. – Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2016. – 187 с.
2. Рыбенко И.А. Методика и система расчета и оптимизации статических стационарных режимов технологических процессов / И.А. Рыбенко, С.П. Мочалов, П.С. Мочалов // Металлургия: технологии, управление, инновации, качество: тр. XVII всерос. науч.-практ.

конф.; под ред. Е.В. Протопопова: Сиб. гос. индустр. ун-т. – Новокузнецк : Изд. СибГИУ, 2013. – С. 29–32.

3. Рыбенко И.А. Разработка методики и системы расчета статических и стационарных режимов металлургических процессов / И.А. Рыбенко, С.П. Мочалов // Информационные технологии в экономике, науке и образовании: тр. 4-й всерос. науч.-практ. конф. – Бийск, 2004. – С. 135–136.

4. Мочалов С.П. Разработка методики и системы расчета процессов непрерывного получения металла в агрегатах струйно-эмульсионного типа [текст] / С. П. Мочалов, И. А. Рыбенко, В. Ю. Климов // Моделирование, программное обеспечение и наукоемкие технологии в металлургии: тр. всерос. науч.-практ. конф., посвященной 20-летию кафедры "Информационные технологии в металлургии", 2–5 апреля 2001 г. – Новокузнецк: СибГИУ, 2001. – С. 193–199.

5. Рыбенко И.А. Разработка методики и системы расчета вариантов технологий непрерывного получения металла в агрегатах струйно-эмульсионного типа: дис. канд. техн. наук: спец. 05.16.02: защищена 28.03.00: утв. 14.06.00 / И.А. Рыбенко. – Новокузнецк, 2000. – 165 с.: ил.

УДК 669.013

А. Ю. Сахаров, В. В. Лавров, И. А. Гурин

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия

РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ РАСЧЁТА КОЛИЧЕСТВА ОКСИДОВ АЗОТА, ОБРАЗУЮЩИХСЯ В РАБОЧЕМ ПРОСТРАНСТВЕ ПЛАМЕННЫХ ПЕЧЕЙ

Аннотация

В статье представлено описание программного продукта, предназначенного для автоматизации процессов расчета количества оксидов азота. Результаты этих расчётов могут использоваться для решения задач по уменьшению выброса оксидов азота в атмосферу. Так же эти расчеты позволяют выявить факторы, оказывающие наибольшее влияние на образование оксидов азота в продуктах горения топлива.

Ключевые слова: программное обеспечение, экология, оксиды азота.

Abstract

The article describes a software product designed for the amount of nitrogen oxides automatic calculation. Their results may be used for solving issues of lowering the nitrogen oxides emission in atmosphere. Also this results helps to find the most influencing factors of forming NOx in combustion products.

Keywords: software, ecology, nitrogen oxides.

В лабораторных работах по экологии студентам требуется выполнить большое количество расчётов. Для выявления зависимости изменения параметров приходится проводить повторные вычисления. Это сильно замедляет работу по исследованию и анализу полученных результатов, поэтому возникает потребность в автоматизации процесса расчётов.

В частности, такой задачей является расчёт количества оксидов азота, образующихся в рабочем пространстве печей. Для автоматизации расчета создано приложение, позволяющее вести расчёт по существующей методике [1–3].

Проектирование программного продукта

Структура приложения основывается на объектно-ориентированном подходе. В качестве среды разработки использованы Microsoft Visual Studio 2017, Blend for Visual Studio

2017. Приложение написано на языке C#, с использованием технологии WPF для отображения его интерфейса [4–6]. В проекте содержится dll библиотека, содержащая классы и формулы, необходимые для расчёта. Интерфейс программы позволяет пользователю менять значения в заданном интервале при помощи слайдеров (slider) или осуществлять самостоятельный ввод исходных данных. В библиотеке реализована проверка исходных данных, не позволяющая использовать для расчёта значения вне допустимых пределов.

Описание работы программного продукта

После запуска программы открывается окно, содержащее слайдеры и текстовые поля для ввода данных (рис. 1).

Параметр	Значение
Расход топлива	133.7
Производительность	42.85
Доля мазута	0.205
Низшая теплота сгорания мазута	40190
Низшая теплота сгорания газа	33410
Расход воздуха	1.345
Процент кислорода	28.25
Пирометрический коэффициент	0.81
Расход кислорода в факел	1500
Расход компрессорного воздуха	3500
Расход вентиляторного воздуха	47187
Содержание азота в мазуте	0.5
Расход кислорода в ванну	0
Содержание азота в воздухе	2.85

Рис. 1. Окно с исходными данными

При нажатии на кнопку «Расчёт» открывается новое окно, в котором у пользователя есть возможность просмотреть рассчитанные данные при различных параметрах процесса (нормальные/равновесные условия и подача в горелку обычного воздуха/технического кислорода) (рис. 2).

Параметр	Значение
Объёмная скорость образования оксида азота	7
Массовая скорость образования оксида азота	9.174
Удельное количество оксида азота	0.214
Массовая концентрация оксида азота	0.000932
Равновесная концентрация оксида азота	0.000709
Равновесная концентрация оксида азота с учетом пульсации температуры	0.000172
Концентрация азота в продуктах сгорания	63.87
Концентрация избыточного кислорода в продуктах сгорания	5.05
Балансовая температура	2296
Скорость образования продуктов сгорания	2.741
Температура газовой среды	2006
Концентрация оксида азота в продуктах сгорания	0.000709

Рис. 2. Окно с результатами расчёта

Приложение позволяет, изменив исходные данные на главном окне, просмотреть ещё одни результаты расчёта и сравнить их с предыдущим результатом.

Заключение

В ходе работы было создано программное обеспечение «Расчёт количества оксидов азота», которое позволяет решать задачу по выявлению факторов, позволяющих уменьшить выброс в атмосферу оксидов азота.

Список использованных источников

1. Экология: учебник для вузов / В.Н. Большаков, В.В. Качак, В.Г. Коберниченко, А.В. Островская, В.Л. Советкин, Л.В. Струкова, Г.В. Тягунов, И.Ю. Ходоровская, Ю.Г. Ярошенко; под ред. Г.В. Тягунова, Ю.Г. Ярошенко. – 3-е изд. стер. – М.: «КНОРУС», 2016. – 304 с.
2. Оценка и пути достижения экологической чистоты металлургического производства: учебник для вузов / М.Н. Игнатьева, С.В. Карелов, Л.А. Мочалова, Г.Ю. Пахальчак, В.Л. Советкин, Ю.Г. Ярошенко, С.В. Ярушин; под ред. Ю.Г. Ярошенко. – Екатеринбург: УГТУ–УПИ, 2008. – 398 с.
3. Контроль и защита атмосферы и гидросферы в металлургии: учебно-методическое пособие / В.Л. Советкин, С.В. Карелов, Г.В. Воронов, В.А. Сергеев. Екатеринбург: УГТУ–УПИ, 2007. – 167 с.
4. Макдональд М. WPF: Windows Presentation Foundation в .NET 4.0 с примерами на C# 2010 для профессионалов. – М.: Вильямс, 2011. – 1024 с.
5. Петцольд Ч. Microsoft Windows Presentation Foundation. Базовый курс. – СПб. Питер, 2008. – 944 с.
6. Натан А. WPF 4 Подробное руководство. –СПб.: Символ-Плюс, 2011. – 830 с.

УДК 378

Т. Б. Соколова¹, В. В. Рябина², Е. В. Завьялова¹

¹ ФГБОУ ВО «Российский государственный профессионально-педагогический университет» (РГППУ), г. Екатеринбург, Россия

² ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия

РАЗРАБОТКА БАЗЫ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ ПО ПРОФИЛЬНЫМ ДИСЦИПЛИНАМ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММЫ EBOOK MAESTRO

Аннотация

В данной работе рассмотрены основные аспекты создания и применения в учебной деятельности электронной базы данных с целью систематизации работы студента и преподавателя с большим количеством нормативных документов в процессе изучения профильных дисциплин. В качестве программы для создания базы нормативных документов предложена программа eBook Maestro. Предлагаемый электронный ресурс представлен в виде книги с просмотром нормативных документов. Перечислены этапы формирования базы данных и пример ее наполнения. В качестве примера использована дисциплина «Стандартизация изделий и технологий производства в машиностроении», реализуемая для студентов направления подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение профиля подготовки «Машиностроение и материалобработка» профилизации «Сертификация, метрология и управление качеством в машиностроении». Структура базы данных гармонизирована со структурой дисциплины. Рассмотрены варианты использования базы документов в учебном процессе.

Ключевые слова: база данных, eBook Maestro, документация, стандартизация, нормативный документ, стандарт, машиностроение.

Abstract

This paper reviewed the main aspects of the creation and use of electronic data bases in learning activities with the goal of systematizing the work of the student and teacher with a large volumes of regulatory documentation in the process of studying profile disciplines. As the program for creating of database of regulatory documentation due to the eBook Maestro program. The of-

ferred electronic resource presented in the form of a book with viewing of regulatory documents. Lists the stages of formation of the database and an example of its content.

As an example used the discipline "Standardization of products and manufacturing technologies in mechanical engineering" implemented for students of program track 44.03.04 "Vocational training profile of "Engineering and materials processing" profiling "Certification, Metrology and quality management in mechanical engineering". The structure of database harmonized with the structure of the discipline. The variants of using the database of documents in the educational process addressed.

Keywords: database, eBook Maestro, documentation, standardization, regulatory document, standard, mechanical engineering.

В современных условиях высокой интенсивности информационных потоков использование баз данных (БД) помогают решать проблему структурирования и систематизации информации.

В процессе освоения учебных дисциплин студенты сталкиваются с объемом информации, который следует проработать для приобретения определенного программой объема знаний и умений. Информационное обеспечение современного учебного процесса сопряжено с большим разнообразием инструментов и форм представления информации по предмету. Одной из важнейших компетенций настоящего времени является поиск и систематизация информации, что обуславливает задачу преподавателя – помочь студенту в создании системы информационного обеспечения своей будущей профессиональной деятельности. Основу такой системы создают источники, рекомендованные для изучения отдельных предметов, в число которых входит учебная литература, периодические издания, справочная и нормативная документация. Документы в области стандартизации при этом представляют группу первоисточников и, как правило, сопровождают деятельность, связанную с профилем подготовки.

Поиск стандартов в настоящее время связан с Интернетом, где ГОСТы находятся в свободном доступе, в интерактивном режиме, что не отменяет применение независимого от сети источника с наиболее часто используемыми документами. К тому же на этапе формирования собственной системы поиска и актуализации стандартов, на наш взгляд, в качестве опорной, справочной основы студенту целесообразно иметь методическую поддержку от преподавателя. В качестве такой основы может быть использована БД с необходимым минимумом нормативных документов, что позволит студенту систематизировать подход к освоению блока нормативной документации по предмету. В зависимости от сферы деятельности число документов может различаться, но базовый минимум должен освоить любой студент.

Для формирования БД по предмету необходимо проделать ряд этапов:

- 1) постановка цели создания БД;
- 2) определение программного продукта;
- 3) разработка структуры и содержания БД;
- 4) установление системы связей между компонентами БД;
- 5) разработка методики использования БД в учебном процессе.

В качестве примера БД рассмотрим подход к созданию справочного ресурса нормативных документов по учебной дисциплине «Стандартизация изделий и технологий производства в машиностроении». Дисциплина сопряжена с изучением всех видов и категорий документов в области стандартизации, предусмотренных ФЗ «О стандартизации в РФ» [1].

Среди задач изучения предмета – создание информационной основы для решения профессиональных задач, формирование умений поиска и актуализации информации в области стандартизации [2].

В процессе освоения дисциплины обучающиеся изучают основные положения национальной системы стандартизации, формируют практические умения и навыки использования

и разработки стандартов и технических условий, применяют методы выбора необходимых стандартов при контроле характеристик продукции, процессов.

Цель создания БД в нашем случае состоит в формировании информационной основы для решения профессиональных задач, связанных с применением документов в области стандартизации.

В качестве программного продукта мы использовали eBook Maestro, который позволяет сделать систематизацию в виде книги с просмотром нормативных документов. Кроме этого, выбор обусловлен тем, что eBook Maestro – это универсальная программа для создания цифровых информационных продуктов. Электронные книги, создаваемые с помощью eBook Maestro, могут содержать и открывать любые типы файлов: HTML страницы, графические файлы, Flash файлы, Java скрипты, VB скрипты, и т.д., а также позволяют вносить изменения, замены [3].

В левой панели электронной книги eBook Maestro создается список систематизированных документов, который представляет собой не просто минимум документов по предмету, но и распределяется по разделам, темам, видам выполняемых заданий для практических и самостоятельных работ.

Структура БД гармонизирована со структурой дисциплины:

Дисциплина «Стандартизация изделий и технологий производства в машиностроении» включает четыре раздела:

- 1) основные положения стандартизации, правовые и организационные основы;
- 2) нормативно-правовые документы в области стандартизации;
- 3) стандартизация в машиностроении;
- 4) международная и региональная стандартизация.

Содержательно документы располагаются по принципу «от общего к частному»: от законов, постановлений Правительства РФ и основополагающих стандартов к документам на конкретные объекты стандартизации: продукцию, процессы.

В наполнение первого раздела входят ФЗ № 162 «О стандартизации в РФ», исполнение требований технических регламентов», ФЗ № 184 «О техническом регулировании в РФ», ФЗ № 102 «Об обеспечении единства измерений»; «Концепция развития национальной системы стандартизации РФ на период до 2020 года», Постановление Правительства РФ «О Федеральном агентстве по техническому регулированию и метрологии», Приказ федерального агентства по техническому регулированию и метрологии «Об утверждении рекомендаций по стандартизации Р 50.1.057-2006 «Комплектование, хранение, ведение и учет документов Федерального информационного фонда технических регламентов и стандартов и порядок предоставления пользователям информационной продукции и услуг. Основные положения», стандарты системы «Стандартизация в РФ» определяющие организационно-методические основы; стандарты, нормирующие методы стандартизации: унификацию, параметрическую стандартизацию и пр., например, ГОСТ 8032-84 (СТ СЭВ 3961-83) «Предпочтительные числа и ряды предпочтительных чисел», ГОСТ 7.58-90 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Информационное обеспечение программ комплексной стандартизации продукции. Общие требования».

Во второй раздел входят документы, определяющие требования к структуре, содержанию, оформлению, правилам разработки и применения документов национальной системы стандартизации; общероссийских классификаторов; стандартов организаций, в том числе технических условий; сводов правил, информационно-технических справочников, а именно: ГОСТ Р 1.5 «Стандартизация в РФ. Стандарты национальные. Правила построения, изложения, оформления и обозначения», ГОСТ Р 1.4 «Стандартизация в РФ. Стандарты организаций», ГОСТ Р 1.6-2013 «Стандартизация в РФ. Проекты стандартов. Правила организации и проведения экспертизы», ГОСТ 2.114 «ЕСКД. Технические условия» и др.

В третий раздел включены документы, касающиеся непосредственно профиля подготовки. В нашем примере, это стандарты систем ЕСКД, ЕСТД, СРПП, ССБТ, технический регламент таможенного союза ТР ТС 010/2011 «О безопасности машин и оборудования», стан-

дарты на продукцию машиностроения, Общероссийские классификаторы (в виде ссылок): ОК ЕСКД; ОКЕИ; ОКД; ОТКД; ОТКСЕ.

Документы четвертого раздела касаются организации работ по международному сотрудничеству, применению международных стандартов в машиностроительной отрасли. Основными документами в этой теме являются: Договор о Евразийском экономическом союзе, Соглашение о сотрудничестве между Европейским комитетом по стандартизации (CEN), Европейским комитетом по стандартизации в области электротехники (CENELEC) и Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (РФ); стандарты ИСО; ПР 50.1.008-2013 «Правила по стандартизации. Организация и проведение работ по международной стандартизации в РФ».

Некоторые документы БД могут быть взаимосвязаны и относиться к нескольким разделам, например, ФЗ «О стандартизации в РФ» должен изучаться в первом разделе и использоваться во втором при рассмотрении иерархии документов по стандартизации и терминологии. Системы стандартов студенты осваивают как во втором, так и в третьем разделе. Таких документов много, поэтому, рационально не дублировать необходимую документацию в разделах электронной книги, а использовать механизм ссылок.

Выполненную БД в виде книги по дисциплине «Стандартизация изделий и технологий производства в машиностроении» можно использовать несколькими способами:

- во время лекционных занятий – для демонстрации документов;
- на практических занятиях – для оптимизации затрат времени на поиск документов;
- во время самостоятельных работ – для решения поставленных задач;
- в ходе самостоятельной внеаудиторной работы, связанной с актуализацией и анализом нормативных документов.

Разработанный таким образом информационный ресурс может быть полезен для любых дисциплин, изучение которых связано с освоением большого объема документов. Благодаря наличию БД информацию удобно представлять, хранить, актуализировать и извлекать, что предоставляет возможность преподавателю и студенту с одной стороны, оптимизировать затраты времени; с другой стороны, иметь базовую нормативную основу по предмету.

Список использованных источников

1. Федеральный закон от 25 июня 2015 г. № 162-ФЗ «О стандартизации в Российской Федерации» (с изменениями от 3 июля 2015 г.) [Электронный ресурс] // Портал Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии. – Электрон. дан. – М.: КСК технологии, 2004. – Режим доступа: <http://www.gost.ru/wps/portal/>, свободный. – Загл. с экрана. – Вкладка «Нормативные правовые акты». – Дата обращения 25.04.2017.

2. Соколова, Т.Б. Рабочая программа дисциплины «Стандартизация изделий и технологий производства в машиностроении» [Электронный ресурс] / Т.Б. Соколова. – Электрон. дан. – РГПУ – Екатеринбург, 2016. – Режим доступа: <http://umkd.rsvpu.ru/reader/view/11301>, свободный. – Загл. с экрана. – Данные соответствуют 26 Апреля 2017 г.

3. Ebookmaestro [Электронный ресурс] // Официальный сайт компании «eBookmaestro». – Электрон. дан. – «eBookmaestro», 2005. – Режим доступа: <http://www.ebookmaestro.com/ru/>, свободный. – Загл. с экрана. – Дата обращения 27.04.2017.

О ПОСТРОЕНИИ КОНТРОЛЬНЫХ КАРТ ПО СОДЕРЖАНИЮ КРЕМНИЯ В ДОМЕННОМ ЧУГУНЕ

Аннотация

В данной работе рассматривается актуальная прикладная задача построения контрольных карт для информационно-управляющей системы доменной печи. Построены контрольные карты Шухарта по содержанию кремния в чугунах.

Ключевые слова: контрольные карты Шухарта, кремний в чугунах, оценивание.

Abstract

In this paper, the actual applied problem of constructing control charts for the information-control system of a blast furnace is considered. Shewhart's control charts for the content of silicon in cast iron are constructed.

Keywords: Shewhart control charts, silicon in cast iron, evaluation.

Важнейший продукт черной металлургии – доменный чугун, выплавляемый в доменных печах, используемый для передела при производстве стали (передельный чугун) и как компонент шихты при вторичной плавке в чугунолитейном производстве (литейный чугун). В передельном чугунах марки П1 и П2 массовая доля кремния должна быть от 0,5 % до 0,9 % (ГОСТ 805-95).

Содержание кремния в чугунах на выпуске из печи является индикатором теплового состояния горна доменной печи и стабильности процесса доменной плавки (с увеличением нагрева печи наблюдается возрастание содержания кремния в чугунах), поэтому задача оценивания содержания кремния в чугунах является актуальной.

Постановка задачи.

Исходные данные и условия задачи.

1. Описание действующей информационно-управляющей системы доменной печи № 2 АО «ЕВРАЗ ЗСМК», экспертной системы диагностики хода доменной печи [1–3].

2. Метод контрольных карт Шухарта [4, 5].

3. Натурные данные содержания кремния в чугунах, полученные в АО «ЕВРАЗ ЗСМК» (рис. 1).

4. ГОСТ Р 50779.42-99 «Статистические методы. Контрольные карты Шухарта», ГОСТ Р 50779.40-96 «Статистические методы. Контрольные карты. Общее руководство и введение» [5].

Требуется построить контрольные карты по содержанию кремния в чугунах.

Контрольные карты по содержанию кремния в чугунах представлены на рисунке 2.

В качестве средней линии контрольной карты используем среднее значение выборочных средних арифметических по формуле:

$$\bar{\bar{X}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \bar{X}_i.$$

Для нахождения контрольной верхней (UCL) и нижней (LCL) границ используем соответственно следующие формулы:

$$UCL = \bar{\bar{X}} + A_3 \bar{s},$$

$$LCL = \bar{\bar{X}} - A_3 \bar{s},$$

где A_3 – коэффициент, зависящий от объема выборки [5];

$$\bar{s} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n s_i \text{ – среднее стандартное отклонение.}$$

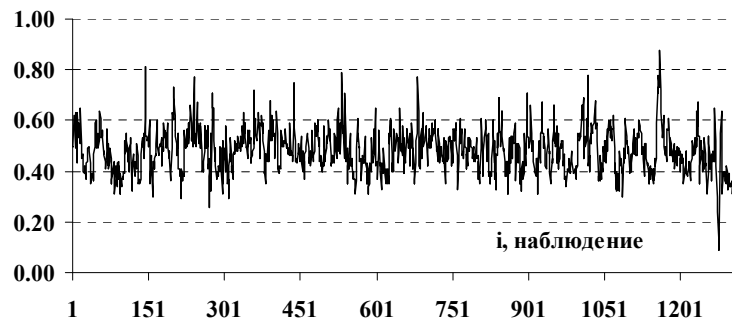


Рис. 1. Содержание кремния в чугуна в % (за январь, февраль и март)

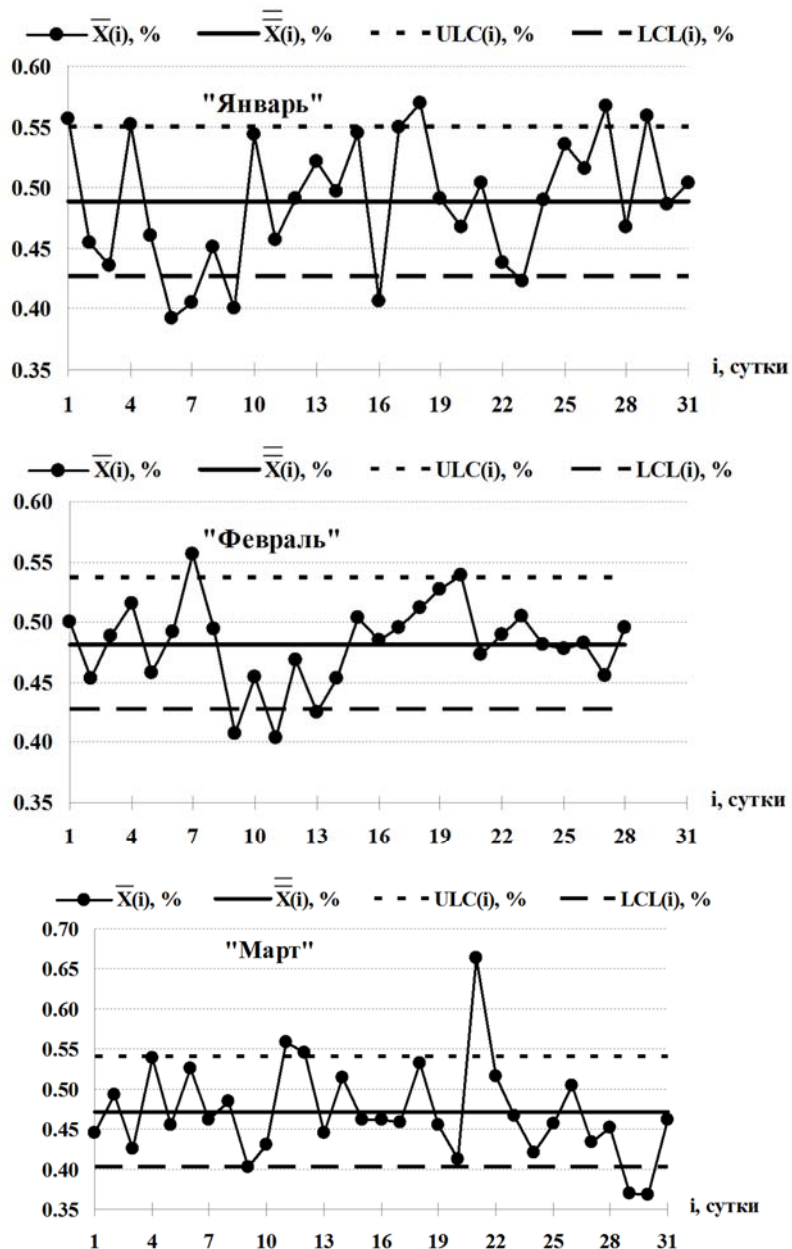


Рис. 2. Контрольные карты по содержанию кремния в чугуна

Контрольные карты можно использовать [4–6]:

- как сигнал о том, что в процессе произошло некоторое изменение, так и в качестве оценки величины изменения, для которого требуется коррекция;
- исключительно как сигнал о том, что в процессе произошло некоторое изменение, чтобы оператор-технолог (доменщик) осознал, что процесс требует его внимания;
- для получения оценок числа случаев в прошлом, когда в процессе возникали изменения, и установления на их основе причин, вызывающих эти изменения;
- как меру качества продукции для классификации по периодам.

Предлагаемый подход расширяет функциональные возможности действующей информационно-управляющей системы доменной печи № 2 АО «ЕВРАЗ ЗСМК».

Список использованных источников

1. Экспертная система диагностики хода доменной печи в замкнутом контуре управления / В.Б. Трофимов // Теория активных систем: Труды международной научно-практической конференции. Т.1. – М.: Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, 2011. – С. 192–197.
2. О разработке интеллектуальной автоматизированной системы диагностики состояний доменной печи / В.Б. Трофимов, Н.В. Ковалев // Теплотехника и информатика в образовании, науке и производстве: сборник докладов IV Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных (ТИМ'2015) с международным участием, посвящённой 95-летию основания кафедры и университета. – Екатеринбург: ООО «УЦАО», 2015. – С. 422–426.
3. Интеллектуальные автоматизированные системы управления технологическими объектами: учебно-практическое пособие / В.Б. Трофимов, С.М. Кулаков. – М.: Инфра-Инженерия, 2016. – 232 с.
4. Ефимов В.В. Средства и методы управления качеством / В.В. Ефимов. – М.: КноРус, 2010. – 225 с.
5. ГОСТ Р 50779.42-99. Статистические методы. Контрольные карты Шухарта. – Введ. 2000-01-01. – М.: Изд-во стандартов, 1999. – 38 с.
6. Рожков В.Н. Управление качеством / В.Н. Рожков. – М.: Форум, 2012. – 335 с.

УДК 669.5

П. Ю. Трофимов, В. Ю. Носков

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ МЕТОДОМ ARIMA

Аннотация

В статье представлено описание процесса разработки программы прогнозирования временных рядов методом ARIMA на языке программирования Python 3. Описывается метод прогнозирования ARIMA и представлены основные этапы разработки программного обеспечения, предназначенного для прогнозирования временных рядов.

Ключевые слова: прогнозирование, временные ряды, Python, ARIMA.

Abstract

The article presents the development of forecasting software time series ARIMA method in the programming language Python 3. Describes a method of forecasting ARIMA and presents the main development stages of the software designed for time series forecasting.

Keywords: forecasting, time series, Python, ARIMA.

Временные ряды (Time series) дают возможность прогнозировать будущие значения. На основании предыдущих значений, временные ряды можно использовать для прогнозирования тенденций в экономике, погоде, планировании пропускной способности и т.д.

В данной статье описывается проведение прогнозирования на основании временных рядов с помощью одного из наиболее часто используемых методов прогнозирования временных рядов, известного как ARIMA.

В Python для прогнозирования будущих точек временного ряда есть SARIMAX или интегрированная модель авторегрессии — скользящего среднего с экзогенными (вызываемый внешними причинами) регрессорами (независимая переменная). В данном контексте мы углубимся только в ARIMA, на компоненте, который используется для подгонки данных временных рядов для последующего прогнозирования будущих точек временного ряда.

Реализация решения задачи

В данной реализации используется набор данных «Атмосферное содержание CO₂ из образцов воздуха в обсерватории Мауна-Лоа, Гавайи, США», с марта 1958 года по декабрь 2001 года. Исходные данные в виде графика представлены на рисунке 1.

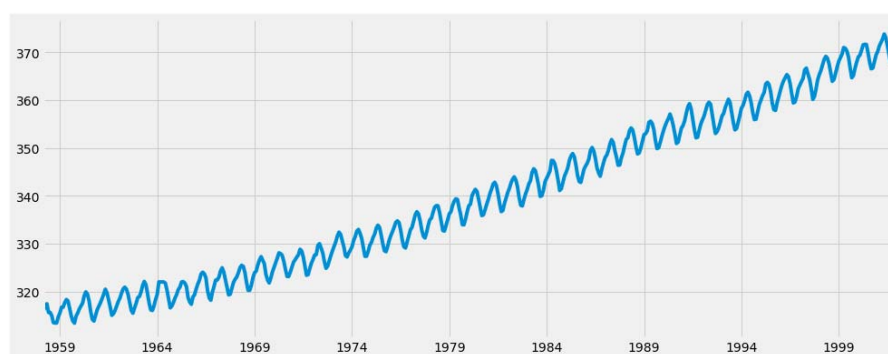


Рис. 1. Исходные данные атмосферного содержания CO₂ из образцов воздуха в обсерватории Мауна-Лоа, Гавайи (США)

ARIMA — интегрированная модель и методология анализа временных рядов. Для прогнозирования временных рядов ARIMA использует интегрированную модель авторегрессии — скользящего среднего.

Есть три различных числа (p , d , q), которые используются для параметризации моделей в ARIMA. В связи с этим модели ARIMA обозначаются символом ARIMA (p , d , q).

Вместе эти параметры подсчитывают сезонность, тенденцию и шум в наборах данных:

- p — это авторегрессионная модель. Модель временных рядов, в которой значения временного ряда в данный момент линейно зависят от предыдущих значений этого же ряда. Именно это нам и позволяет воздействовать на эту модель другими значениями. Другими словами, завтра будет тепло, если предыдущие 3 дня было тепло;

- d — является интегрированной частью модели. Для примера - завтра будет такая же температура, если разница в температуре последние три дня была очень маленькая;

- q — это так называемая скользящая средняя модели. Именно она позволяет нам установить погрешность нашей модели как линейную комбинацию значений ошибок, которые произошли в прошлом.

При рассмотрении сезонных эффектов мы используем сезонную ARIMA, которые обозначаются как ARIMA (p , d , q) (P , D , Q) s . Где (p , d , q) несезонные параметры и они описаны выше.

Термин s является периодичностью временного ряда (4 для квартальных периодов, 12 для годовых периодов и т.д.)

Для проведения прогнозов необходимо выполнить следующие шаги:

- 1) выбор оптимальных параметров для модели ARIMA (p , d , q) (P , D , Q) s ;

- 2) включить подобранные оптимальные значения в новую модель.
- 3) проверить прогнозы созданной модели на реальных данных и выявить точность работы модели (рис. 2).
- 4) использовать модель для прогнозирования параметра на n шагов (рис. 3).

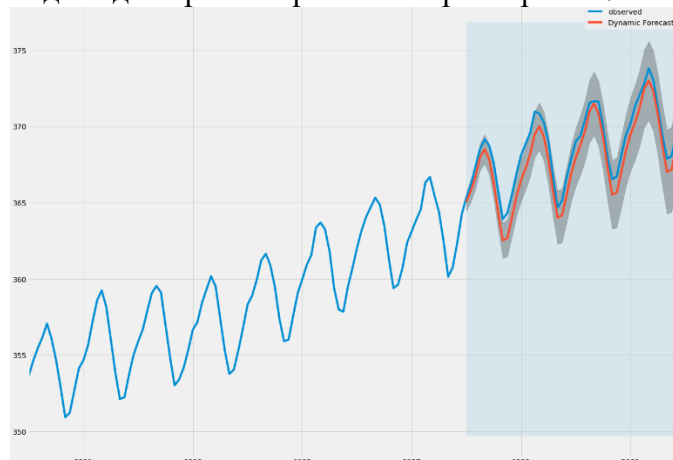


Рис. 2. Сравнение фактических и прогнозируемых данных

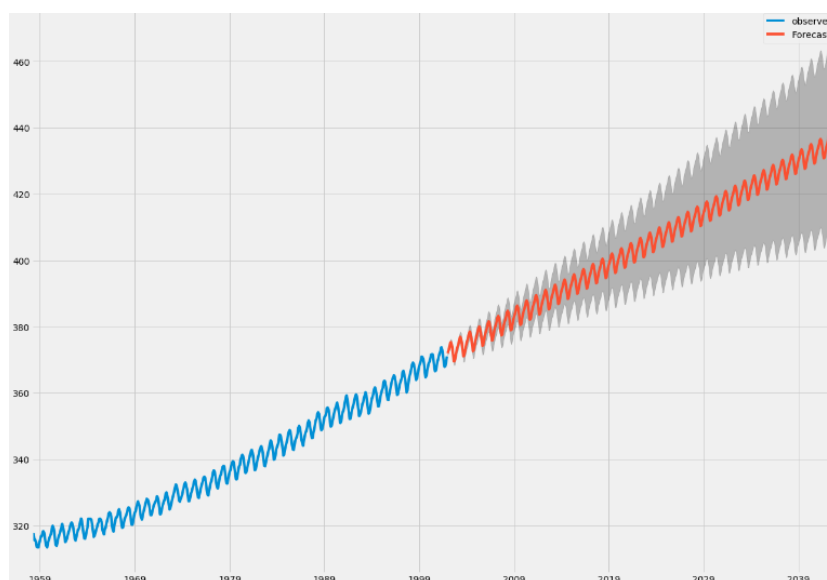


Рис. 3. Прогноз изменения параметра

В результате работы программы была реализована модель способная предсказать уровень CO_2 в воздухе с некоторой погрешностью. Прогнозы показали, что уровень CO_2 продолжает расти стабильными темпами.

Список использованных источников

1. Web-ресурс сети Интернет [сайт]. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Autoregressive_integrated_moving_average.
2. Web-ресурс сети Интернет [сайт]. URL: <https://www.analyticsvidhya.com/blog/2016/02/time-series-forecasting-codes-python/>. Статья "A comprehensive beginner's guide to create a Time Series Forecast".
3. Web-ресурс сети Интернет [сайт]. URL: <https://habrahabr.ru/company/ods/blog/327242/>. Статья "Анализ временных рядов с помощью Python".
4. Web-ресурс сети Интернет [сайт]. URL https://en.wikipedia.org/wiki/Time_series. Статья "Time series".

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАБОЧЕГО МЕСТА МЕНЕДЖЕРА ПО РАБОТЕ С КРУПНЫМИ КЛИЕНТАМИ КОМПАНИИ ПАО «РОСТЕЛЕКОМ»

Аннотация

В данной работе была создана автоматизированная информационная система (АИС), основанная на базе данных (БД). Разработанное приложение для менеджера по работе с крупными клиентами компании ПАО «Ростелеком», выполняет следующие задачи:

- облегчение труда менеджера по работе с клиентами;*
- повышение качества обслуживания клиентов;*
- оптимизация процесса учета клиентов и услуг компании;*
- сокращение времени, потраченного на ведение клиентской базы компании;*
- оптимизация внутренних процессов, связанных с планированием продаж.*

Разработанное программное средство позволяет оптимизировать работу менеджеров по работе с клиентами и компании в целом, а также решает проблему использования единой подсистемы учета продаж.

Ключевые слова: автоматизированное рабочее место, SQL Server, база данных, Microsoft Visual Studio 2015, компьютерное приложение.

Abstract

In this article the automated information system (AIS) based on the database (DB) was created. The developed application for the manager with large customers of the PJSC «Rostelecom» company, carries out the following tasks:

- to facilitation of work of the account manager;*
- to customer service improvement of quality;*
- to process optimization of the accounting of clients and company services;*
- to abbreviation of time spent on guiding of a client basis of the company;*
- to optimization of the internal processes connected to sales planning.*

The developed software allows to optimize operation of account managers and the company in general, and also solves a problem of use of a uniform subsystem of the accounting of sales.

Keywords: automated workplace, SQL Server, database, Microsoft Visual Studio 2015, computer application.

Для эффективного управления компанией и достижения максимальных результатов, требуется автоматизировать многие бизнес процессы, включая взаимодействие сотрудников между собой и работу с клиентской базой.

Применение специализированного программного обеспечения дает возможность по ведению эффективной управленческой деятельности, отслеживанию и анализу всех этапов заключения сделок [1].

Для работы с клиентской базой используются специализированные программы – системы управления взаимодействием с клиентами, CRM (Customer Relationship Management), которые предназначены для решения следующих задач [2]:

- рациональное использование ресурсов;
- улучшение обслуживания клиентов;
- учет бизнес-процедур;
- эффективная отчетность о результатах деятельности;

- облегчение работы персонала.

CRM-система, используемая на данный момент в компании «Ростелеком», нуждается в доработке и находится в стадии модернизации. В связи с этим рассматривается и вариант внедрения новой CRM-системы. Конечная стоимость готовой CRM-системы для крупного бизнеса, включая расходы на консультирование, покупку лицензии (зависит от количества пользователей), внедрение, техническую поддержку и обучения персонала очень высока.

Основной целью разрабатываемой АИС является создание системы управления взаимоотношениями с клиентами, отличающейся меньшей ценой, более точной ориентированностью на решение поставленных задач, удобством интерфейса, простотой использования.

На первом этапе работы была разработана архитектура программного обеспечения, которая показана на рис. 1.

Приложение состоит из серверной части (сервер БД) и клиентской части (рабочего места с установленным клиентским приложением).

Серверная часть приложения построена с использованием БД Microsoft SQL Server 2014. Для этого в Microsoft SQL Server Management Studio была создана база данных CRM. БД была наполнена таблицами-справочниками, были написаны хранимые процедуры для получения данных из таблиц, позволяющие улучшить производительность и постоянство выполнения повторяемых задач.

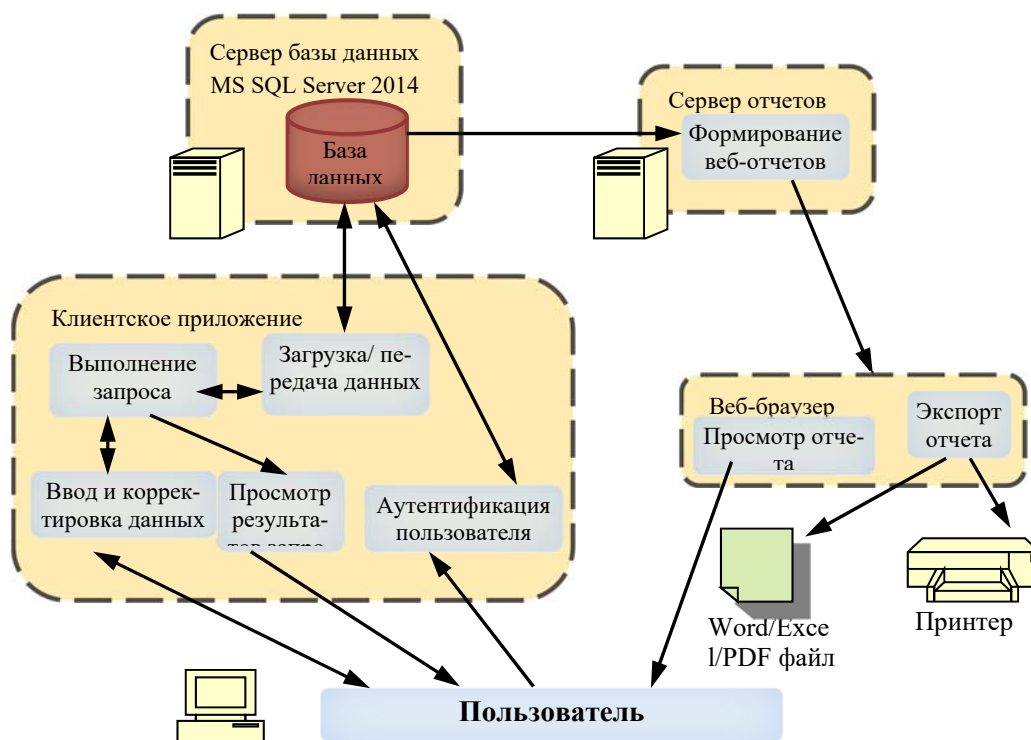


Рис. 1. Архитектура программного обеспечения

На втором этапе работы было создано клиентское приложение. В качестве средства разработки приложения выбрана среда Microsoft Visual Studio 2015 и язык программирования C#. Ввиду высокой объектной ориентированности, язык C# хорошо подходит для быстрого конструирования различных компонентов — от высокоуровневой бизнес-логики до системных приложений, использующих низкоуровневый код [3].

Перед запуском клиентского программного обеспечения нужно убедиться, что Служба SQL Server запущена и работает.

Приложение работает по следующему принципу: сначала пользователю необходимо ввести регистрационные данные для подключения к базе данных (рис. 2).

Рис. 2. Форма регистрации пользователя

Затем необходимо провести тест соединения. В случае его успешного завершения возможно перейти к подключению к базе данных. Также существует возможность сохранения введенных настроек в файл.

После подключения к базе данных пользователю становится доступна главная форма приложения. На ней можно просматривать информацию о всех клиентах компании, с указанием персонального менеджера клиента, типа договора, подписанта по договору, контактной информации и прочее. Возможно просмотреть платежи по договору и добавить новый платеж, если менеджер получил платежное поручение об оплате от клиента. Также возможно выполнить поиск клиента/ов по одному из известных параметров. На рис. 3 приведен пример выполнения поиска всех клиентов менеджера Никитин Илья Владиславович.

№	ИНН	Наименование	Подписант	Менеджер	Телефон менеджера
4	6523029538	ООО Монтсергион	Директор Иванов Иван Иванович...	Никитин Илья Владислав...	2413554 доб 12
6	7707083893	ПАО Сбербанк	Греф	Никитин Илья Владислав...	2413554 доб 12
8	4594343535	Уралвагонзавод		Никитин Илья Владислав...	2413554 доб 12
9	5654345454	ООО МПС 1		Никитин Илья Владислав...	2413554 доб 12
12	5656545654432	ИП Мишин	Индивидуальный предприниматель...	Никитин Илья Владислав...	2413554 доб 12
13	66077055646	УРФУ	Генеральный директор	Никитин Илья Владислав...	2413554 доб 12

№	Услуги	Номер договора	Действующий	Дата договора	Дата закр.
1	Телев...	45	<input type="checkbox"/>		
5	МГ/АН	385	<input type="checkbox"/>		

Рис. 3. Результат выполнения запроса

Для внесения изменений в клиентскую базу необходимо зайти на вкладку «Настройки». На открывшейся форме пользователь видит несколько вкладок для редактирования таблиц. Например, возможно изменить контактные данные клиента, добавить новый договор, поменять менеджера, добавить/удалить клиента и прочее. Все изменения сохраняются на сервере базы данных и отображаются в приложении.

На рис. 4 и 5 показаны процесс и результат замены менеджера в таблице Клиенты.

При нажатии на кнопку «Сохранить изменения» приложение напрямую связывается с базой данных и вносит изменения в таблицы.

Также следует заметить, что получение данных из базы и отображение их в главном окне программы происходит за очень короткий промежуток времени, что очень важно для работы компании.

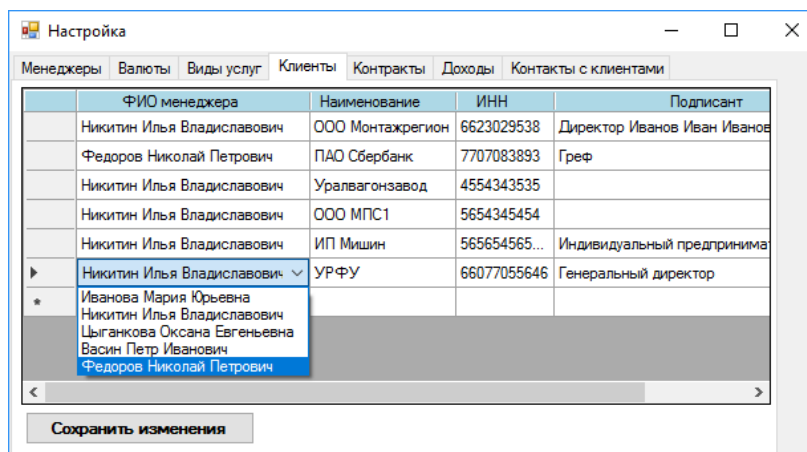


Рис. 4. Внесение изменений в таблицу Клиенты

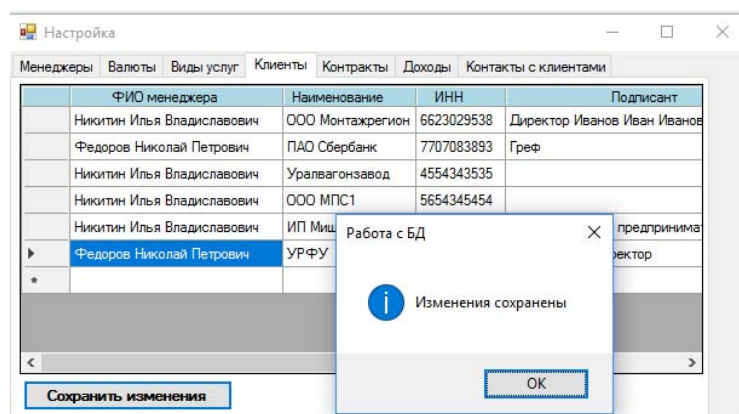


Рис. 5. Сохранение изменений в таблице Клиенты

Список использованных источников

1. Избачков Ю.С., Петров В.Н. CRM системы. – СПб.: Питер, 2008. – 656 с.
2. Гайдамакин Н.А. Автоматизированные информационные системы, базы и банки данных / Н.А. Гайдамакин. – М.: «Гелиос АРВ», 2002. – 97 с.
3. Брауде Э. Технология разработки программного обеспечения; пер. с англ. / Э. Брауде. – СПб.: Питер, 2004. – 655 с.
4. SQL [Электронный ресурс]. Википедия: свободная энциклопедия. URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/SQL>.

УДК 536.2

В. Н. Черных, П. А. Илюхин, Т. Ф. Шагабутдинов, А. М. Дубинин, М. А. Денисов
 ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия

СРАВНИТЕЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ТЕСТИРОВАНИЕ АДЕКВАТНОСТИ РАСЧЕТОВ РЕКУПЕРАТОРА В ПАКЕТАХ ИНЖЕНЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Аннотация

В работе проведено сравнительное моделирование процесса теплообмена в секционном рекуператоре типа «труба в трубе» параллельно в трех пакетах инженерного моделирования: ANSYS CFX, ANSYS Fluent и SolidWorks Flow Simulation. Для построения процесса в различных пакетах использовалась одна геометрическая модель теплообменника, состоя-

щая из четырех доменов, и задавались одинаковые краевые условия и начальные параметры теплоносителей. Моделирование процесса проводилось с заданием критериев и опций, максимально схожих в представленных трех пакетах. Для проверки адекватности полученных посредством моделирования результатов проведен инженерный расчет, согласно методикам, используемым проектными и исследовательскими организациями. В ходе сравнения данных, полученных при моделировании процесса теплообмена, определялось расхождение расчетов в указанных программных пакетах с данными инженерного расчета.

Ключевые слова: рекуператор, теплообмен, пакет инженерного моделирования, температура, сравнение, расчет, параметры.

Abstract

In the issue, a comparative modeling of the heat exchange process in a sectional recuperator of the "pipe-in-pipe" type was carried out in parallel in three packages of engineering modeling: ANSYS CFX, ANSYS Fluent and SolidWorks Flow Simulation. To construct the process in different packages, one geometric model of the heat exchanger consisting of four domains was used, and the same boundary conditions and initial parameters of the heat carriers were set. Simulation of the process was carried out with the specification of the criteria and options that are the most similar in the three packages presented. To verify the adequacy of the results obtained by modeling, engineering calculations were carried out, according to the methods used by the design and research organizations. In the course of comparison of the data obtained during the modeling of the heat exchange process, the discrepancy between the calculations in the specified software packages and the engineering calculation data was determined.

Keywords: recuperator, heat exchange, engineering modeling package, temperature, comparison, calculation, parameters.

На кафедре теплоэнергетики и теплотехники УралЭНИИ УрФУ разрабатывается учебно-справочный комплекс моделей для научных и инженерных расчетов базовых объектов технической теплофизики и система тестирования их адекватности. Модели разрабатываются магистрантами кафедры при проведении учебных занятий по курсу «Научные и инженерные расчеты в современных компьютерных программах». Решения задач, как правило, выполняются с одной геометрической моделью и одинаковыми краевыми условиями, но параллельно в нескольких пакетах инженерного моделирования: ANSYS CFX, ANSYS Fluent и SolidWorks Flow Simulation. Планируются параллельные решения в открытых пакетах инженерного моделирования. Такая постановка задач обеспечивает возможность сравнительного анализа результатов решения в разных кодах с последующим тестированием адекватности решений сравнением с экспериментом. Одной из главных целей исследования является проверка точности расчетов технических объектов по известным инженерным методикам, используемым проектными и исследовательскими организациями. Работа продолжает исследования [1, 2] в расширенной постановке задач.

В данной публикации рассматривается пример решения одной из базовых задач учебно-справочного комплекса: модель тепловой работы секционного теплообменного аппарата типа «труба в трубе». Модель представлена в виде двух секций, как показано на рисунке 1, и рассматривается как 4-х доменная задача: горячий теплоноситель (вода), разделяющая стенка, холодный теплоноситель (вода) и кожух.

При моделировании процесса теплообмена внешняя стенка кожуха задавалась адиабатной, и следовательно, тепловые потери в окружающую среду не учитывались.

Для проверки адекватности полученных при моделировании результатов был проведен инженерный расчет теплообменного аппарата в соответствии с методикой расчета секционного рекуператора. Теплофизические свойства теплоносителей выбирались по их средним температурам, материал разделительной стенки и кожуха – медь.

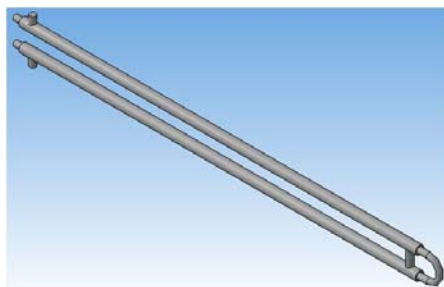


Рис. 1. Модель секционного теплообменного аппарата

В основе расчета процесса теплопередачи лежат формулы и константы, полученные эмпирическим путем. Так, для определения коэффициента теплоотдачи α_1 для горячего теплоносителя использовалась эмпирическая формула [3]:

$$\alpha = \frac{d}{\lambda} \cdot Nu = \frac{d}{\lambda} \cdot 0,021 \cdot Re^{0,8} \cdot Pr_{ж}^{0,43} \left(\frac{Pr_{ж}}{Pr_c} \right)^{0,25}, \text{ где} \quad (1)$$

$Nu, Re, Pr_{ж}, Pr_c$ – безразмерные числа Нуссельта, Рейнольдса и Прандтля соответственно;

d , мм – внутренний диаметр для прохождения теплоносителя;

λ , Вт/(м · К) – коэффициент теплопроводности для жидкости.

Основная цель инженерного расчета заключалась в определении выходных параметров теплоносителей и, соответственно, в достижении равенства тепловых мощностей, рассчитываемых по уравнениям теплового баланса и теплопередачи. Далее производилось моделирование теплового процесса в соответствующем пакете с установлением одинаковых начальных параметров теплоносителей и краевых условий.

В пакете инженерного моделирования ANSYS CFX взаимодействие между доменами задавалось посредством интерфейсов. В данной работе использовался тип интерфейса «Fluid Solid», то есть, задавалась связь между жидким теплоносителем (горячей или холодной водой) и медной разделительной стенкой и устанавливались параметры теплообмена между ними. Для потоков была задана модель турбулентности «QI Reynolds Stress», которая с достаточной степенью точности определяет недостающие значения параметров течения и описывает его характер. Результаты моделирования процесса теплообмена в секционном рекуператоре показаны на рис. 2.

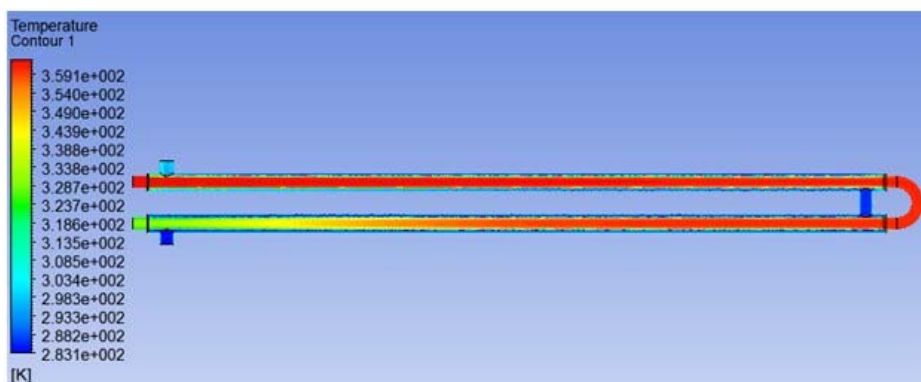


Рис. 2. Температура теплоносителей по сечению секционного теплообменного аппарата, определенная в программе ANSYS CFX

В пакете инженерного моделирования ANSYS Fluent взаимодействие между доменами также задавалось с помощью интерфейсов, использующиеся для связывания поверхностей горячего или холодного теплоносителя и разделительной стенкой. Для каждой из стенок доменов заданы термические условия "Convection". Материал разделительной стенки – медь, теплоносители – вода/вода. Результаты моделирования процесса в данном пакете показаны на рис. 3.

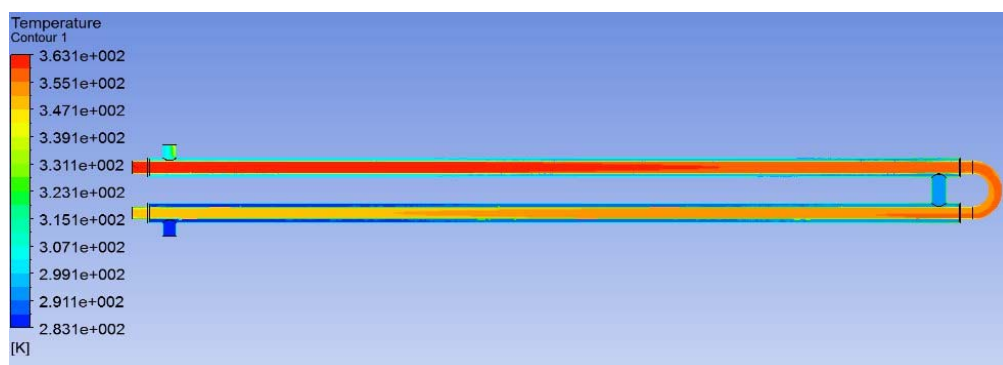


Рис. 3. Температура теплоносителей по сечению секционного теплообменного аппарата, определенная в программе ANSYS Fluent

SolidWorks Flow Simulation – универсальное расширение программного комплекса САПР SolidWorks для исследования теплопередачи и гидрогазодинамики различных потоков. В отличие от предыдущих пакетов при анализе рекуператора использовалась измененная модель, более приближенная к реальному теплообменному аппарату, исключая "solid-полости" для прохода теплоносителей. При настройке решения была выбрана внутренняя задача, а основными видами переноса теплоты – конвекция и теплопроводность. Материал теплообменной поверхности и ее шероховатость, а также параметры теплоносителей на входе в аппарат и выходе из него были приняты входными данными. Результат моделирования показан на рис. 4.

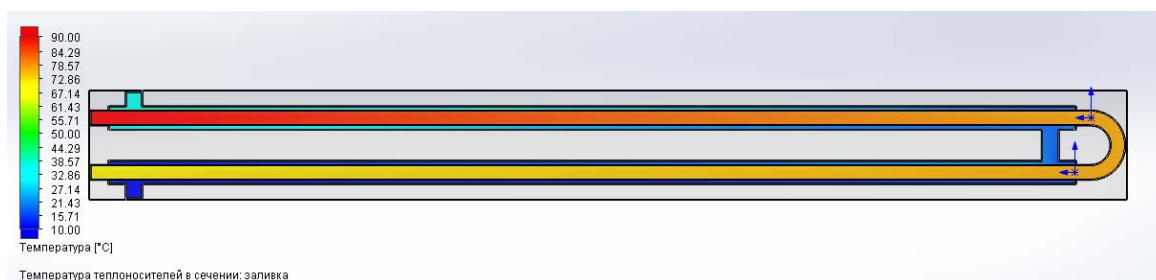


Рис. 4. Температура теплоносителей по сечению секционного теплообменного аппарата, определенная в программе SolidWorks Flow Simulation

Параметры теплоносителей, полученные в результате расчетов, представлены в таблице 1.

Таблица 1

Выходные параметры теплоносителей

Параметр	Использованный метод инженерного моделирования			
	Расчет	Пакет ANSYS CFX	Пакет ANSYS Fluent	Пакет SolidWorks Flow Simulation
Средняя температура охлаждаемого теплоносителя на выходе из теплообменного аппарата, °C	74,13	61,07	68,47	76,01
Средняя температура нагреваемого теплоносителя на выходе из теплообменного аппарата, °C	31,15	29,93	37,48	30,27

Таким образом, параметры, наиболее близкие к расчетным значениям температур, были получены в программе SolidWorks Flow Simulation, результаты двух других программ от-

личаются от инженерного расчета в большей степени, что приводит к необходимости введения дополнительных поправок, но не делает их менее востребованными при инженерном анализе теплофизических процессов.

Список использованных источников

1. Денисов М.А. Учебно-справочный комплекс тепловых расчетов в пакете ANSYS Multiphysics для проектирования в металлургии // Создание высокоэффективных производств на предприятиях горно-металлургического комплекса. – Екатеринбург: Уральский рабочий, 2013. – С. 93–94.
2. Денисов М.А. Разработка учебно-справочного комплекса проектного моделирования в пакете ANSYS Workbench // Создание высокоэффективных производств на предприятиях горно-металлургического комплекса. – Екатеринбург: Уральский рабочий, 2013. – С. 95–96.
3. Королев В.Н. Тепломассообмен: учебное пособие / В.Н. Королев. Екатеринбург: УГТУ–УПИ, 2006. – 300 с.

УДК 669.162.263

В. С. Швыдкий¹, А. Р. Фатхутдинов¹, Н. А. Спирин¹, С. Е. Шихов²

¹ ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия

² ПМК ОАО «Уралэлектротяжеломет», г. Верхняя Пышма, Россия

СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ТЕПЛОВОЙ РАБОТОЙ ШАХТНОЙ ПЕЧИ

Аннотация

В данной работе рассмотрены разработка и внедрение системы автоматического управления тепловой работой шахтной печи для переплавки медных катодов на основе математической модели. Статья подробно описывает актуальность и предпосылки для разработки указанной информационной системы, а также этапы ее внедрения в действующее производство. Анализ критериев работы системы, выполненный совместно с технологами ПМК АО «Уралэлектротяжеломет», показывает улучшение показателей энергоэффективности работы оборудования.

Ключевые слова: шахтная печь, расплав, математическая модель, автоматическое управление, ПИД-регулятор.

Abstract

In this work the design and implementation of the automatic control system thermal operation of the shaft furnace for melting copper cathodes based on a mathematical model. The article describes the relevance and prerequisites for the development of this information system, as well as the stages of its implementation into existing production. The analysis of the system criteria, made together with technologists of PMK "Uralelectromet" indicates improvement in energy efficiency of the equipment.

Keywords: shaft furnace, melt, mathematical model, automatic control, PID controller.

Шахтная печь Asarco – слоевой агрегат, предназначенный для переплавки медных катодов и входящий в состав линии по производству медной катанки ЗАО «СП Катур-Инвест» (с 2016 года – ПМК ОАО «Уралэлектротяжеломет»).

Печь представляет собой шахту, футерованную огнеупорным карбидокремневым кирпичом (рис. 1). Загрузка материала осуществляется сверху через загрузочное окно при

помощи скипового подъемника, удаление расплава происходит по наклонной лещади через выпускную летку. Нагрев и плавление металла в печи выполняется за счет сгорания природного газа в трех рядах радиально расположенных газогорелочных устройств. Далее расплав поступает через соединительный желоб в печь-миксер, а из него по литейному желобу в литейную ванну и далее в литейную машину.

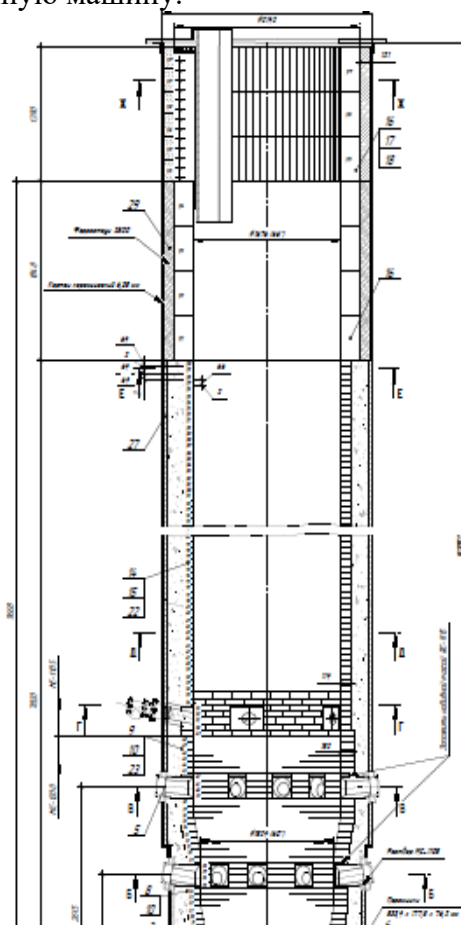


Рис. 1. Шахтная печь Asarco

Управление тепловой работой печи с момента запуска в эксплуатацию осуществлялось вручную оператором по показателям производительности, температуры расплава и собственном экспертном опыте. Производительность печи определяется по положению печи-миксера, температура металла – по показаниям датчика, установленного в литейной ванне.

Ручное управление тепловой работой печи обладало рядом недостатков:

1. Качество управления целиком зависело от оператора, а именно от его опыта, дисциплины и интуиции.
2. Ошибочные или несвоевременные действия оператора приводили к серьезным колебаниям производительности, вплоть до аварийных и предаварийных ситуаций, связанных либо с избытком расплава, либо с его недостаточностью.
3. Нестабильная тепловая работа печи приводила к повышенному расходу топлива и, как следствие, к понижению показателей энергоэффективности линии по производству медной катанки.
4. Значительные колебания потока расплава приводили также к колебаниям температуры расплава при литье и содержанию в нем кислорода, что негативным образом сказывалось на качестве готовой продукции.

Первая попытка автоматизировать процесс управления тепловой работой шахтной печи Asarco была предпринята в 2014 году. За основу был взят ординарный ПИД-регулятор, на вход которого подавалось рассогласование между заданным значением положения печи-миксера и текущим положением. На выходе ПИД-регулятора формировалось управляющее

воздействие в виде расхода природного газа на ряд «В» (средний ряд газогорелочных устройств печи). Расходы природного газа на ряды «А» и «С» вычислялись как расход газа на ряд «В», умноженный на коэффициенты, определяемые опытным путем.

Разработанная система, целиком опирающаяся на закон ПИД-регулирования, при опытной эксплуатации не зарекомендовала себя. Основная причина – высокое время запаздывания между управляющим воздействием (корректировка расхода газа) и изменением управляемого технологического параметра (положение печи-миксера).

В самом деле, чрезвычайно высокая инертность системы приводила к постоянному перерегулированию и, как следствие, автоколебаниям, что в совокупности с рядом неуправляемых воздействий на систему, таких как неравномерная загрузка шихтовых материалов, изменение типа шихты, случайное неудачное расположение медных катодов внутри шахты при загрузке, сводила к нулю все попытки настройки системы автоматического управления тепловой работой шахтной печи на основе ПИД-регулирования, и в автоматическом режиме показатели работы печи были хуже, чем при ручном управлении.

Негативный опыт ПИД-управления тепловой работой шахтной печи натолкнул разработчиков на мысль о том, как избежать критически высокого времени запаздывания. Если между управляющим воздействием и обратной связью проходит 30–40 мин, то для расчета рассогласования необходимо использовать не текущее значение управляемого параметра, а прогнозируемое значение, которое должно наступить при текущих управляющих воздействиях через соответствующее время запаздывания.

Таким образом, для автоматического управления тепловой работой шахтной печи требовалась математическая модель, которая, основываясь на архивных и текущих значениях параметров технологического процесса, прогнозировала бы производительность печи по металлу вперед на определенное опытным путем время запаздывания.

Теоретические основы и уравнения искомой математической модели ранее подробно описаны в [1–6]. В настоящей статье мы не будем останавливаться на теории, а перейдем непосредственно к реализации и работе автоматической системы управления тепловой работой шахтной печи Asarco.

Разработка и внедрение автоматической системы управления тепловой работой шахтной печи Asarco были произведены в IV этапа.

Этап I. Проведение технических экспериментов на действующем оборудовании и анализ архивов параметров технологического процесса. На данном этапе эмпирическим путем были определены основные коэффициенты для математической модели, а также времена запаздывания для каждого ряда газогорелочных устройств.

Этап II. Разработка дискретного аналога математической модели и его верификация вне объекта. Разработка и оптимизация алгоритма математической модели выполнялась в среде VBA. На этом этапе математическая модель была максимально упрощена без весомой потери точности расчетов. Верификация модели выполнялась путем обработки массива реальных данных, выгруженных из АСУ ТП шахтной печи в формате электронных таблиц Excel. При сравнении расчетного положения миксера и фактического были получены удовлетворительные результаты. Также выяснилось, что для минимизации неуправляемых воздействий необходима самокоррекция математической модели под фактические складывающиеся условия теплообмена в рабочем порядке печи. Самокоррекция была реализована путем сравнения прогнозируемого значения положения миксера и фактического через определенных промежутков времени с соответствующей коррекцией коэффициентов модели в заданном диапазоне.

Этап III. Программная реализация, установка и опытно-промышленная эксплуатация системы автоматического управления тепловой работой шахтной печи. Разрабатываемая информационная система была встроена в существующую АСУ ТП шахтной печи Asarco на базе ПЛК Siemens S7-400 и SCADA WinCC. Структура системы представлена на рис. 2.

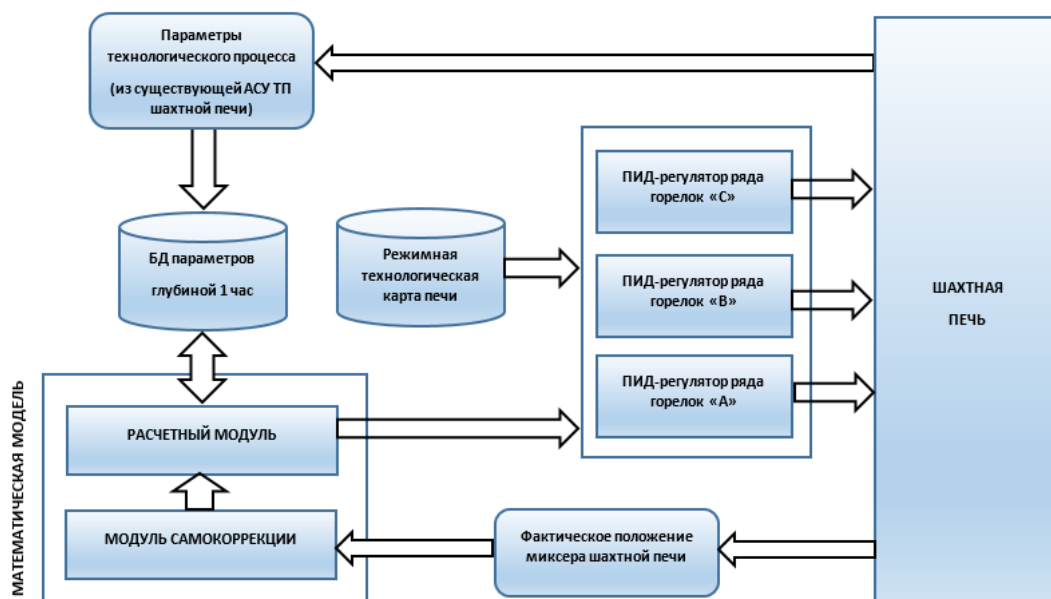


Рис. 2. Структура системы автоматического управления тепловой работой шахтной печи Asarco

Представленная система работает следующим образом. Розжиг печи и ее вывод на заданную производительность выполняется оператором в ручном режиме. После этого оператор должен проработать в более или менее стационарном режиме работы не менее 1 часа для набора статистических параметров для расчета коэффициентов модели. При этом как расчетный модуль математической модели, так и модуль самокоррекции функционируют в фоновом режиме, подстраиваясь под фактические параметры технологического процесса и соответствующие условия теплообмена в рабочем пространстве печи (температура и равномерность загрузки, тип шихты, тип подшихтовки, потери тепла на нагрев футеровки после холодного простоя и т.д.).

После перевода печи в автоматический режим работы прогнозируемые положения печи-миксера (выходы математической модели) через 5, 20 и 40 минут соответственно для рядов горелок А, В и С подаются на входы программных ПИД-регуляторов для каждого и из вышеуказанных рядов. Выходом ПИД-регуляторов является прибавка, в том числе и отрицательная, к текущему расходу природного газа на ряд горелок, который, в свою очередь, регулируется в диапазоне, определенном режимной картой печи.

Главная мнемосхема системы автоматического управления тепловой работой шахтной печи представлена на рис. 3.

Окно трендов технологических параметров системы представлено на рис. 4.

На рис. 5 представлен участок трендов положения печи-миксера в увеличенном масштабе, где хорошо просматривается процесс самокоррекции модели (серый цвет – прогноз положения печи-миксера, черный цвет – фактическое положение, красный цвет – заданное положение).

Опытно-промышленная эксплуатация системы автоматического управления тепловой работой происходила в течение 5-ти месяцев и завершилась приемкой системы в промышленную эксплуатацию, о чем был подписан соответствующий акт.

Этап IV. Промышленная эксплуатация и анализ работы. После приемки системы в промышленную эксплуатацию работы по дальнейшей настройке системы не прекратились. Набранный массив статистических данных позволял провести более глубокий анализ работы системы и откорректировать параметры для достижения оптимальных параметров ведения технологического процесса.

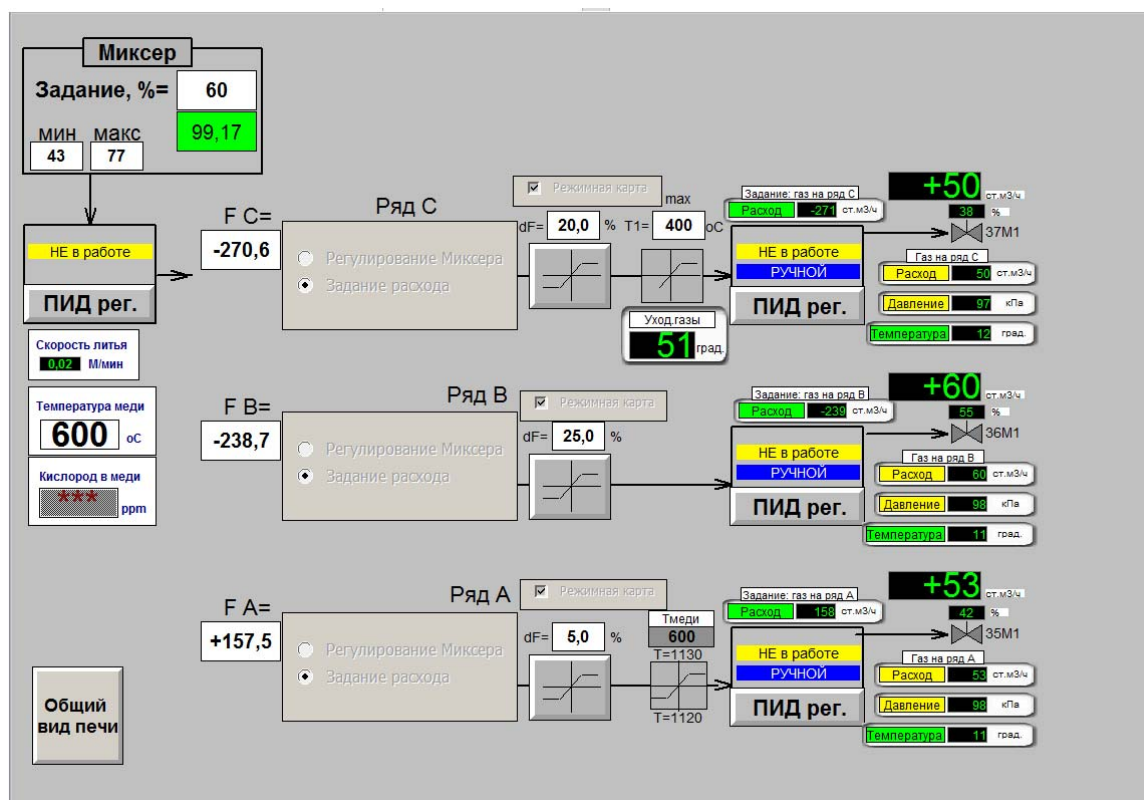


Рис. 3. Главная мнемосхема системы автоматического управления тепловой работой шахтной печи



Рис. 4. Окно трендов технологических параметров

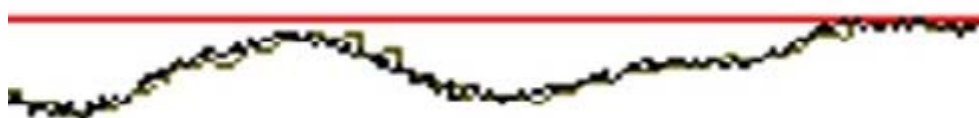


Рис. 5. Тренды положения печи-миксера

Для оценки эффективности работы системы автоматического управления тепловой работы шахтной печи технологами ПМК АО «Уралэлектромедь» были выбраны 2 основных критерия:

- удельных расход природного газа на тонну готовой продукции, $\text{нм}^3/\text{т}$;
- удельное количество «зависаний» шихты, шт/т.

Справочно: «зависание» шихты – результат неравномерного плавления медных катодов, который сопровождается резким снижением производительности печи по плавлению и повышением температуры расплава. Кроме того, при «зависании» шихты увеличивается расход природного газа, и, как следствие, снижаются удельные показатели энергоэффективности линии по производству медной катанки.

Результаты сравнения средних значений приведенных выше критериев для смен со 100 %-ой работой в автоматическом режиме и смен со 100 %-ой работой в ручном режиме за 1 квартал 2017 года приведены на рис. 6.

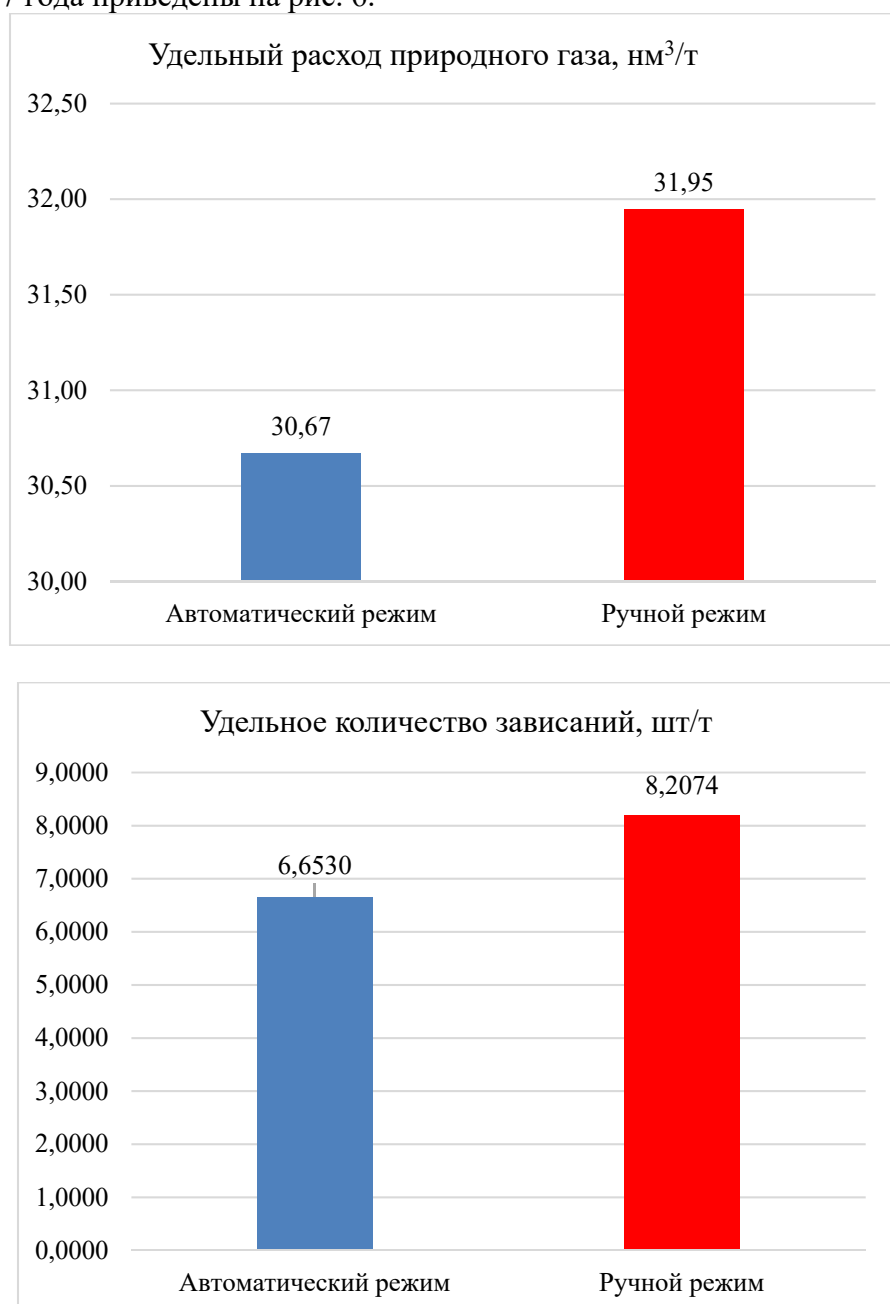


Рис. 6. Сравнение критериев эффективности работы системы автоматического управления тепловой работой шахтной печи за 1 квартал 2017

Как видно из рис. 6, в автоматическом режиме печь имеет более стабильный характер работы, сопровождающийся снижением удельного расхода топлива.

По результатам промышленной эксплуатации системы автоматического управления тепловой работой шахтной печи можно сделать следующие основные выводы:

- разработанная система позволяет вести технологический процесс плавления медных катодов в автоматическом режиме;
- автоматический режим управления тепловой работой печи позволяет получить более стабильные параметры технологического процесса, что непосредственным образом влияет на качество готовой продукции и повышает показатели энергоэффективности производства;
- имеется два основных пути для совершенствования системы: более тонкая настройка ПИД-регуляторов для различной производительности линии и различного типа шихты, а также разработка и внедрения модуля управления температурой расплава.

Список использованных источников

1. К математическому моделированию слоевых металлургических печей и агрегатов. Сообщение 2 / В.С. Швыдкий, А.Р. Фатхутдинов, Е.А. Девярых, Т.О. Девярых, Н.А. Спирин // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. 2017. Т. 60. № 1. – С. 19–23.
2. К математическому моделированию слоевых металлургических печей и агрегатов. Сообщение 1 / В.С. Швыдкий, А.Р. Фатхутдинов, Е.А. Девярых, Т.О. Девярых, Н.А. Спирин // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. 2016. Т. 59. № 8. – С. 634–638.
3. К математическому моделированию шахтных печей с плавлением материалов / В.С. Швыдкий, А.Р. Фатхутдинов, А.Н. Алексеев // В сборнике: Моделирование и наукоемкие информационные технологии в технических и социально-экономических системах труды IV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. 2016. – С. 74–85.
4. К математическому моделированию шахтных печей с плавлением материалов / В.С. Швыдкий, А.Р. Фатхутдинов, Е.А. Девярых, Т.О. Девярых, Н.А. Спирин // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. 2016. Т. 59. № 6. – С. 424–430.
5. К математическому моделированию слоевых металлургических печей и агрегатов. Сообщение 1 / В.С. Швыдкий, А.Р. Фатхутдинов, Е.А. Девярых, Т.О. Девярых, Н.А. Спирин // Известия высших учебных заведений. Черная металлургия. 2016. Т. 59. № 9. – С. 634–638.
6. К математическому моделированию слоевых металлургических печей и агрегатов. Сообщение 2 / В.С. Швыдкий, А.Р. Фатхутдинов, Е.А. Девярых, Т.О. Девярых, Н.А. Спирин // Известия вузов. Черная металлургия, 2017, т.60, № 1. – С. 19–23.

УДК 66-933.6, 669.013

А. Н. Шешин, Н. Б. Лошкарев

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия

ОАО «Научно-исследовательский институт металлургической теплотехники» - ОАО «ВНИИМТ», г. Екатеринбург, Россия

СОЗДАНИЕ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ТЕРМИЧЕСКОЙ ПЕЧИ №2 ЗАВОДА ИМЕНИ М.И. КАЛИНИНА

Аннотация

Одним из основных этапов проектирования системы автоматизации управления (САУ) является создание информационного обеспечения (ИО). Опыт практического созда-

ния САУ технологическими комплексами показал необходимость упреждающей разработки и внедрения ИО, так как основной объем работ по испытанию и пуско-наладке необходимо выполнить в период, когда строительство еще не закончено и агрегаты технологической цепи находятся в состоянии монтажа [1]. Разработка ИО включает в себя такие шаги, как обеспечение удобных средств для поиска, получения, хранения, накопления, передачи и обработки информации, организацию баз данных.

Для создания ИО мы воспользовались SCADA системой

Система SCADA обычно оснащаются распределенной базой данных, часто называемой базой данных тегов. Эта база содержит элементы данных, названные тегами или точками. Тег – единица производственных данных, источником для которой является, как правило, сигнал устройства из подсистемы нижнего уровня.

Ключевые слова: проектирование, внедрение, разработка, информационное обеспечение, обработка информации, хранение информации.

Abstract

One of the main stages of designing systems of automation of management is the creation of an information system. Practical experience of creation of systems of automation of management by technological complexes showed the need for proactive development and implementation of information security, as the basic amount of works on testing and commissioning must be performed in a period when the construction is not yet complete and the units of technological chain are in a state of erection. Development of information support includes such steps as providing a convenient means for search, obtaining, storage, accumulation, transmission and processing of information, organization of databases.

To create information support we have used the SCADA system. A SCADA system usually equipped with a distributed database, often called a database tag. This database contains data elements called tags or points. The tag is the unit of production data, the source for which is, as a rule, the signal of the device and subsystems of the lower level.

Keywords: design, introduction, development, dataware, information processing, data storage.

Система мониторинга и управления процессом производится на основе клиентской архитектуры и разрабатывается в программной среде CODESYS V2.3 [1].

Объектом автоматизации является термическая камерная печь №2 в механосборочном цехе №25 ПАО «Машиностроительный завод имени М.И. Калинина», г. Екатеринбург.

Ранее была произведена разработка программного обеспечения в программной среде Simatic WinCC V7.2.

Новизной в данной работе является то, что используемый ранее программный продукт является хоть и надежным, но достаточно дорогим для использования. В связи с этим и было принято решение автоматизировать термическую печь №2 на отечественных элементах.

Камерная термическая печь [2] предназначена для нагрева различных сварных конструкций с целью их термической обработки с равномерностью температур в рабочем пространстве ± 10 °C при нагреве и ± 5 °C в конце выдержки. Печь позволяет в автоматическом режиме обеспечивать нагрев металлоконструкций по заданному графику в диапазоне температур от 20 до 650 °C.

Система отопления состоит из 12 скоростных рекуперативных горелок единичной тепловой мощности 160 кВт, работающих в импульсном режиме.

Суть импульсного режима отопления заключается в том, что тепловая мощность печи в каждой из зон регулирования изменяется не расход топлива, а изменением времени включения и отключения горелок, при этом включенные горелки работают при постоянном номинальном расходе топлива.

Основные горелки установлены на боковых стенах печи по 6 штук на каждой стороне, на правой стене печи горелки устанавливаются над садкой, на левой – ниже садки. Это поз-

воляет создать циркуляционные контуры газовых потоков, обеспечивающих равномерный нагрев садки.

Таблица 1

Приборы и средств автоматизации термической печи №2 механосборочного цеха
№25 ПАО "МЗиК"

№	Наименование	Тип, марка, диапазон измерений	Примечание
1	Программируемый логический контроллер	ПЛК-150 1 шт	
2	Клапан электромагнитный	ВН 4Н-0,5 Ду100, №1049	Входная группа, Г2
3	Фильтр газовый	ФН4-1 Ду100, №477	- " -
4	Счетчик газа	СГ16МТ-100-40-С Ду80, №7092816	- " -
5	Клапан электромагнитный	ВН ¾-0,2 Ду20, №1367,1368,0844	Г,5
6	Клапан электромагнитный	ВФ ¾Н-0,2 Ду20, №0182	Входная группа, Г5
7	Регулятор соотношения с электромагнитным клапаном отсекателем	VAG24OR/NWAE	Г2, линия горелки BIO125Н
8	Измеритель перепада давления	ПРОМА ИДМ ДД(м) -1,6кПа настенного исполнения, №307323	Входная группа Г2 (на фильтре)
9	Измеритель давления	АДН-10.2, 0-10 кПа, - 2 шт.	Входная группа Г2
10	Измеритель давления	АДР0,125.2 -0,125- +0,125 кПа	Давление в печи
11	Измеритель давления	ПРОМА ИДМ ДИВ-2, -0,25- +0,25 кПа, №312034	Разрежение в дымопроводе
12	Измеритель давления	АДН-10.2, 0-10 кПа,	Давление воздуха
13	Измеритель давления	АДН-10.2, 0-10 кПа	Давление дыма перед камерой подогрева
14	Измеритель давления	АДН-10.2, 0-5 кПа.	Давление дыма после камеры подогрева
15	Термопреобразователь	ТХАс-2088-01-900°С-1-1-неизол-10-800мм-АЛ1 - 12 шт	Температура в печи
16	Термопреобразователь	ТХАс-2088-03-800°С-2-1-неизол-10-200мм-АЛ1	Температура дыма после камеры подогрева
17	Термопреобразователь	ТХАс-2088-03-800°С-2-1-неизол-10-400мм-АЛ1	Температура перед дымососом
18	Сигнализатор горючих газов	СТГ-1-2Д10(В) с двумя блоками датчиков, №10684,4218	Концентрация СО, СН ₄
19	Блок управления горением	МК 110-ВД-4Р - 12 шт.	Для горелок REKUMAT M250
20	Автомат управления горелкой	IFD 454-3/1/1 Т	Для BIO125Н

Печь разделена на 12 зон. Разделение рабочего пространства печи по зонам на количество горелок позволяет достичь равномерности температурного поля. Регулирование температур в зонах осуществляется по показаниям регулирующих термопар.

Система дымоудаления состоит из двух частей. Основное количество дымовых газов (~80 %) отбираются через рекуператоры горелок, а затем отправляются в дымовую трубу. Оставшиеся 20 % продуктов сгорания отводятся непосредственно из печи через отверстие в задней стене по дымопроводу на котором установлен круглый шибер с электроприводом для регулирования давления в рабочем пространстве печи.

Отсечной клапан быстродействующий обеспечивает прекращение подачи природного газа на печь при возникновении аварийной ситуации (при этом срабатывает текстовая, звуковая и световая сигнализация).

На данный момент АСУ ТП находится на начальном уровне проектирования. Однако была проведена работа по определению составляющих элементов управления и регулирования технологическим процессом термической печи.

АСУ ТП будет иметь двухуровневую структуру построения, каждый уровень которой выполняет определенные функции (рис. 1). Разработка SCADA-системы будет производиться на платформе Master Scada. Master Scada отвечает широкому ряду требований человеко-машинного интерфейса на базе ПК, обладает очень простым и интуитивно понятным управлением и очень удобен для пользователя. Выбор SCADA системы обусловлен нашим требованием, так как является отрытым ПО в свободном доступе. Master Scada программируется на известном языке CoDe Sys.

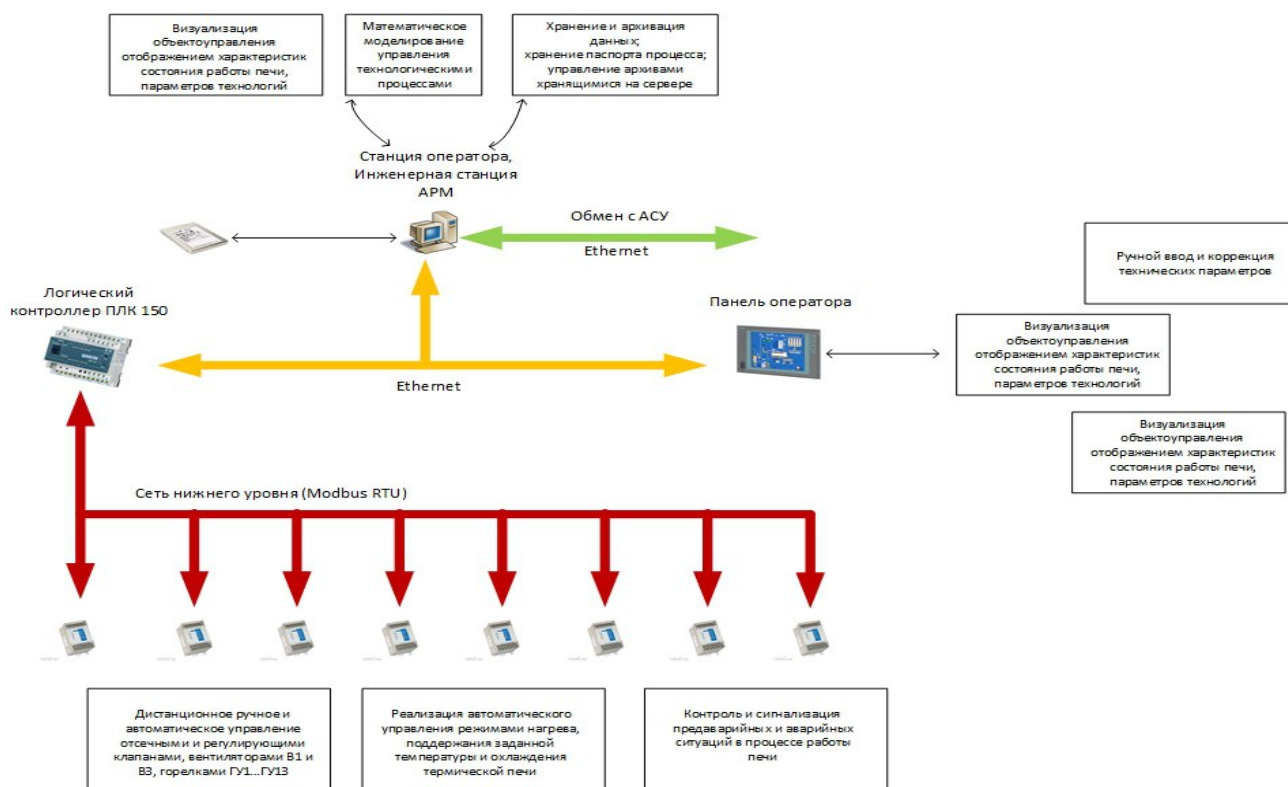


Рис. 1. Функциональная схема АСУ ТП термической печи №2 завода имени М.И. Калинина

Текущим этапом в проектирование АСУ ТП является программирование логического контроллера ПЛК 110 [3].

Задача достижения заданной температуры в автоматизированном режиме управления реализуется по следующему алгоритму:

1. В АСУ ТП из внешних структур поступают данные о подлежащих термообработке изделиях.

2. Из базы данных технологических карт АСУ ТП в контроллер передаются заданные параметры работы, и контролируется режим работы горелок.

3. Так как термическая печь является низкотемпературной, то для обеспечения равномерного нагрева рабочего пространства печи, первоначально включается горелка ГУ13 в камере подогрева рециркулята.

4. Затем включаются в работу основные горелки ГУ1...ГУ12 создавая необходимую атмосферу в рабочем пространстве создавая необходимый режим работы печи.

Выводы

Разрабатываемая двухуровневая конфигурация АСУ ТП отвечает всем требованиям, заявленным при разработке ПО.

Система автоматического регулирования выполняет следующие функции:

- пуск, разогрев печи, нагрев садки по выбранной программе с равномерностью температур в рабочем пространстве $\pm 10^\circ\text{C}$ при нагреве и $\pm 5^\circ\text{C}$ в конце выдержки;
- обеспечение нагрева металлоконструкций по заданному графику в диапазоне температур от 20 до 650 $^\circ\text{C}$ в автоматическом режиме;
- управление работой вентилятора и дымососа;
- автоматическая запись и архивирование всех параметров работы печи.

Заключение

Созданное информационное обеспечение системы автоматизации управления позволит повысить точность выполнения технологических операций, а также улучшить информативность технологического персонала.

Список использованных источников

1. Хомченко В.Г., Федотов А. В. Автоматизация технологических процессов: учеб. пособие. – Омск: ОмГТУ, 2005. – 488 с.
2. Теплотехнические расчеты металлургических печей: учебник для студентов вузов / Я.М. Гордон, Б.Ф. Зобнин, М.Д. Казяев [и др.]; изд. 3-е. М.: Металлургия, 1993. – 368 с.
3. SCADA – Википедия [Электронный ресурс]: Материалы свободной энциклопедии Википедия – Электрон. Данные – режим доступа: [<http://ru.wikipedia.org/wiki/SCADA>] – Загл. С экрана.

УДК 378:004

С. А. Шлянин, А. Д. Раецкий, Л. А. Ермакова

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»,
г. Новокузнецк, Россия

РАЗРАБОТКА РАСШИРЕНИЯ СИСТЕМЫ MOODLE ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ТЕКСТОВЫХ ЗАИМСТВОВАНИЙ СИСТЕМОЙ «РУКОНТЕКСТ»

Аннотация

Данная работа посвящена разработке модуля для организации взаимодействия системы управления обучением «Moodle» с системой контроля текстовых заимствований «РУКОНТЕКСТ». Данный модуль обеспечивает автоматическую отправку работ обучающихся из системы «Moodle» в «РУКОНТЕКСТ», загрузку, сохранение и предоставление пользователям результатов проверки. Модуль избавляет преподавателей от необходимости вручную загружать на проверку работы обучающихся в систему контроля заимствований, обеспечивает хранение результатов проверки в системе «Moodle».

Ключевые слова: система управления обучением «Moodle», система контроля текстовых заимствований «РУКОНТЕКСТ», взаимодействие, плагин, текстовые заимствования, оригинальность.

Abstract

The work is devoted to developing a module for interaction organization between the learning management system «Moodle» and the plagiarism control system «RUCONTEXT». The module provides an automatic sending student's works from the «Moodle» system to the «RUCONTEXT», getting and saving plagiarism check results and provides it to the system users. The module makes teachers free from manually sending student's works to the plagiarism control system and provides saving plagiarism check results in «Moodle» system.

Keywords: plagiarism, originality, learning management system «Moodle», plagiarism control system «RUCONTEXT», interaction, plugin.

При современном развитии информационных технологий и доступности информации в сети Интернет, становится актуальным вопрос контроля текстовых заимствований в работах обучающихся. Для этого существует множество систем, как платных, так и открытых, среди которых наиболее часто используются системы «Антиплагиат», «Advego Plagiatus», «eTXT Антиплагиат», «РУКОНТЕКСТ» и другие [1].

С 2015 года Сибирский государственный индустриальный университет (СибГИУ) использовал систему «Антиплагиат.Вуз», при этом механизм проверки работ обучающихся был организован следующим образом: преподаватель загружал файл с работой через web-интерфейс системы, после чего ожидал результатов проверки и вручную формировал отчет с указанием источников заимствования в работе обучающегося. Такой подход обладал рядом недостатков: во-первых, большие затраты времени у преподавателя; во-вторых, удаление файлов в личном кабинете преподавателя приводило к тому, что работы обучающихся удалялись из коллекции университета, после чего новые работы не могли сопоставляться с выполненными ранее, а также терялись данные из истории проверок на сайте системы.

С начала 2016-2017 учебного года в СибГИУ обязательной проверке на заимствования подлежат не только выпускные квалификационные работы, но рефераты, эссе и курсовые работы, что существенно увеличило нагрузку на преподавателей при работе с системой «Антиплагиат.Вуз».

Таким образом, вопрос автоматизации процесса проверки работ обучающихся стал особенно актуальным. В тоже время в СибГИУ для контроля самостоятельной работы обучающихся используется система управления обучением «Moodle» [2–4], обеспечивающая фиксацию хода образовательного процесса с сохранением всех работ обучающихся и оценок. Система «Moodle» обладает модульной архитектурой, позволяющей дополнять её различными плагинами, расширяющими функционал системы и предоставляющими возможность организации обмена данными между системой «Moodle» и другими системами. Поэтому было принято решение о выборе альтернативной системы контроля текстовых заимствований «РУКОНТЕКСТ» и разработке плагина, позволяющего автоматизировать процесс загрузки файлов и получения результатов из системы контроля текстовых заимствований. Выбор системы «РУКОНТЕКСТ» объясняется тем, что она имеет не только web-интерфейс для загрузки работ пользователями вручную, но и позволяет с помощью программного интерфейса приложения (API) загружать на сервер работы, закодированные в JSON-строку, и получать результаты проверки в таком же формате.

К функционалу разрабатываемого плагина были предъявлены следующие требования: модуль должен автоматически отправлять загружаемые работы обучающихся на сервер системы «РУКОНТЕКСТ», получать и сохранять результат проверки и отображать результат на странице задания.

Для реализации подобных требований в системе «Moodle» существует специальный тип плагинов: «Предотвращение плагиата» [5]. Несмотря на название, базовый функционал данного типа плагинов не обеспечивает обмена данными между системами, а заключается только в выводе некой строки после ссылки на скачивание работы обучающегося. Непосредственное отслеживание загрузки работ для их отправки на сервер осуществляется с помощью Event 2 API [6], сохранение данных происходит с использованием Data manipulation API [6],

а обмен данными с сервером «РУКОНТЕКСТ» организован с помощью PHP cURL [7]. Таким образом, объединение данных программных инструментов позволяет выполнить все требования: отправку файлов, получение, сохранение и отображение результата.

В системе «РУКОНТЕКТ» файлы проверяются не сразу при загрузке, а добавляются в очередь на проверку и проверяются по мере освобождения ресурсов сервера. Модуль взаимодействия учитывает принцип работы сервера системы и также работает по принципу обработки очередей. Обработка очередей реализована с использованием Task API [6]. От момента загрузки в систему «Moodle» до получения результата проверки на заимствования работа проходит через три этапа, представленных на рисунке 1.

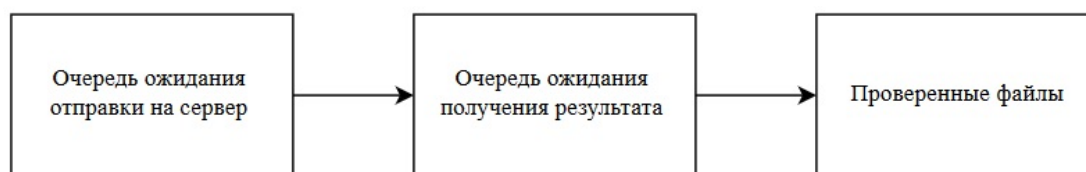


Рис. 1. Этапы обработки файлов

При загрузке в систему «Moodle» файлу присваивается статус «Ожидает отправки на сервер». Раз в 5 минут 5 файлов с этим статусом отправляются на сервер системы «РУКОНТЕКСТ». При этом файлам присваивается статус «Ожидает получения результата». При следующей обработке очереди для каждого из файлов с таким статусом запрашиваются результаты проверки. Если результат был получен, он сохраняется в системе «Moodle», а файлу присваивается статус «Получен результат проверки». Если результат ещё не был готов, то файл остаётся со статусом «Ожидает получения результата» и будет ожидать повторной попытки получить результат при следующем запуске обрабатывающего алгоритма. Приведенные временной интервал между запусками алгоритма и количество проверяемых за раз файлов являются значениями параметров по умолчанию и могут быть изменены в настройках плагина.

Запрос для постановления файл в очередь на проверку состоит из содержимого документа, конвертированного в кодировку base64, заголовка файла и метаданных работы обучающегося (автор, год написания работы). В ответ сервер возвращает идентификационный номер запроса. Этот номер используется для последующего получения результата проверки.

Информация о статусе файла предоставляется пользователям на странице просмотра всех ответов и страницы оценивания отдельной работы. Пример страницы просмотра всех ответов показан на рис. 2. В случае успешной проверки отображаются данные об оригинальности текста и ссылка на подробный отчет на сайте системы «РУКОНТЕКСТ». Если файл ещё не отправлен на сервер или для него ещё не получен результат проверки, пользователям отображается сообщение о том, что файл ожидает проверки.

Выбрать	Изображение пользователя	Фамилия	Статус	Оценка	Редактировать	Последнее изменение (ответ)	Ответ в виде файла	Последнее изменение (оценка)	Отзыв в виде документа
<input type="checkbox"/>		Дитков Денис Васильевич	Ожидает для оценки	Оценить	Редактировать	понедельник, 17 Апрель 2017, 15:57	Реферат по логистике технологических процессов.docx Оригинальность: 84.24% Отчет		
<input type="checkbox"/>		Журба Оксана Михайловна	Ожидает для оценки	Оценить	Редактировать	воскресенье, 19 Март 2017, 15:55	Логистика производственных процессов.docx Оригинальность: 91.94% Отчет	четверг 13 Апрель 2017, 12:12	Отзыв_Журба.htm
<input type="checkbox"/>		Павловская Евгения Дмитриевна	Ожидает для оценки	Оценить	Редактировать	вторник, 28 Апрель 2017, 09:19	Самостоятельная работа Павловская.docx Ожидает проверки	четверг 13 Апрель 2017, 12:15	
<input type="checkbox"/>		Ракуц Роман Олегович	Ожидает для оценки	Оценить	Редактировать	понедельник, 10 Апрель 2017, 23:12	Логистика Ракуц РО.mml-16.docx Ожидает проверки	четверг 13 Апрель 2017, 12:16	

Рис. 2. Страница просмотра работ обучающихся

На рис. 3 представлена страница настроек плагина. У плагина настраиваются следующие параметры: сообщение, которое будет показано обучающимся в момент загрузке файлов, разрешенные для проверки типы файлов, данные учетной записи, через которую проверяются все файлы, количество отправляемых за раз файлов, а также дополнительная информация, прилагаемая к каждому отправляемому файлу. Интервал между запусками алгоритма, обрабатывающего очередь файлов, указывается в настройках задачи в планировке задач.

Рис. 3. Страница настроек плагина

Включение проверки работ на уровне системы не означает проверку файлов во всех заданиях. Для каждого задания автоматическая проверка на заимствования включается в отдельности, поскольку не все работы подлежат проверке. Включение проверки осуществляется в настройках задания.

Таким образом, разработанный модуль взаимодействия удовлетворяет всем поставленным требованиям и существенно упрощает работу преподавателей, сокращая время проверки работ, подлежащих проверке на заимствования.

Список использованных источников

1. Чиркин Е.С. Системы автоматизированной проверки на неправомерные заимствования // Вестник Тамбовского университета. Серия: Гуманитарные науки. – Тамбов 2013 г. – С 164–174.
2. Ермакова Л.А. Построение единой информационно-образовательной среды университета // Информационные технологии. Проблемы и решения: материалы международной научно-практической конференции. – Уфа, 2015. – Т. 1. – С. 151–155.
3. Ермакова Л. А. Создание электронной информационной образовательной среды в СибГИУ / Л. А. Ермакова, А. Е. Шендриков // Моделирование и наукоемкие информационные технологии в технических и социально-экономических системах: труды IV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, 12-15 апреля 2016 г. – Новокузнецк, 2016. – Ч. 2. – С. 59–64.
4. Гусев М. М. Автоматизация процесса регистрации пользователей в LMS MOODLE // Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения. – Новокузнецк 2016 г.- Т4 –С 195-197
5. Plagiasirm plugins – MoodleDocs [Электронный ресурс] – Режим доступа – [https://docs.moodle.org/dev/Plagiarism_plugins] – Загл. с экрана (дата обращения: 26.04.2017)
6. MoodleDocs [Электронный ресурс] – Режим доступа – [https://docs.moodle.org/dev/Main_Page] – Загл. с экрана (дата обращения: 26.04.2017)
7. PHP: cUrl – Manual [Электронный ресурс] – Режим доступа – [http://php.net/cURL] – Загл. с экрана (дата обращения: 26.04.2017).

МОДУЛЬ РАСЧЕТА ОПТИМАЛЬНОГО МАРШРУТА ДВИЖЕНИЯ НА ОБЩЕСТВЕННОМ ТРАНСПОРТЕ

Аннотация

Настоящая статья посвящена программной реализации задачи поиска оптимального маршрута движения на общественном транспорте из пункта «А» в пункт «Б». Разработанная программа предназначена для использования в составе комплексной информационной системы информирования о маршрутах общественного транспорта. По заданным перечням начальных и конечных точек (в качестве начальных точек выступают терминалы, устанавливаемые на остановочных комплексах и подключенные к информационной системе; в качестве конечных – остановочные комплексы или достопримечательности города) и данным о движении общественного транспорта программа рассчитывает оптимальный маршрут между всеми парами начальных и конечных точек. Оптимальные маршруты средствами комплексной информационной системы отображаются на терминалах остановочных комплексов по запросам жителей и гостей города. В статье рассматриваются алгоритм и реализованное решение задачи поиска кратчайшего пути. Приведено описание алгоритма поиска и структур данных.

Ключевые слова: программная реализация алгоритма поиска кратчайшего пути, разработка, граф, алгоритм Дейкстры, общественный транспорт.

Abstract

This article describes software realization and implementation for the problem of finding the most efficient route between two different points "A" to point "B" using public transport system. The developed program is intended to be used inside complex information system, informing about public transport routes. Using set lists of start and end points (the terminals installed at bus stops and connected to the information system are used as start points; stopping complexes or sights of the city are used as end points) and public transport motion data, the program identifies and analyzes the route between all pairs of start and end points. The best routes are displayed on the terminal of bus stops at the request of residents and guests of the city by means of an integrated information system. The algorithm and the solution to a problem of finding the shortest way are considered in this article. The description of the search algorithm and data structures are provided.

Keywords: software implementation of the algorithm for finding the shortest path, development, graph, Dijkstra's algorithm, public transport.

Время – это наш самый ценный и дефицитный ресурс. Перед каждым человеком регулярно возникает задача оптимизации его использования. От того, как конкретный индивид справляется с этой задачей, зависит его успешность в постоянно меняющемся окружающем мире.

В условиях высокой загрузки основных городских транспортных магистралей жители мегаполисов тратят много времени на то, чтобы добраться из одной точки города в другую. В случае если это не привычный маршрут, необходимо потратить время на определение нужного вида транспорта, поиск близлежащего остановочного комплекса, выбор нужного маршрута и направления движения. И такие вопросы возникают не только у гостей, не знакомых с маршрутной сетью городского общественного транспорта, но даже у коренных жителей, попавших в незнакомый район.

Не стоит также забывать и о внешних факторах. Это и загруженность на дорогах, которая зависит от времени суток, и пропускная способность дорог, и дорожно-транспортные происшествия, различные перекрытия дорог, изменения маршрутной сети (например, в связи с плановыми и внеплановыми дорожными работами), сход транспортных средств с маршрута и т.д.

Информирование об оптимальных маршрутах между различными точками позволяет помочь пользователям общественного транспорта оптимизировать свои временные затраты на планирование перемещения по городу.

Для решения этой задачи могут быть использованы информационные терминалы в составе остановочных комплексов общественного транспорта.

Целью настоящей работы является разработка прототипа программы поиска оптимального маршрута из точки «А» в точку «Б» для всех пар заданных начальных и конечных точек. Полученные в соответствии с разработанным алгоритмом сведения будут визуализироваться встроенными аудио-визуальными средствами информационного терминала.

Решением задачи является программная реализация алгоритма поиска кратчайшего пути между любыми двумя пунктами назначения (вершинами графа). Для своей работы программа использует массив табличных данных, хранящийся в базе данных. В начале работы программы данные таблиц считываются в оперативную память, после чего для каждой пары начальных и конечных точек производится поиск кратчайшего пути. Результатом работы программы для каждой пары начальных и конечных точек является запись в таблице с результирующими значениями: виды транспорта, номера маршрутов, пункты пересадок, ожидаемое время в пути между этими точками. Итоговая таблица с результирующими значениями записывается в базу данных. С заданной периодичностью средствами информационной системы соответствующая часть таблицы с результирующими значениями передается на информационные терминалы, установленные на остановочных комплексах для последующего отображения по запросу пользователей.

Для решения задачи в базе данных предварительно формируется массив исходных данных – начальные и конечные остановки, виды транспорта, маршруты транспорта и т.д. Объектом, для которого производится выбор оптимальных маршрутов в данной работе, является город Екатеринбург. На карту города накладывается координатная сетка, узлы которой становятся вершинами графа, в котором осуществляется поиск. Каждая остановка соотносится какой-либо одной вершине графа. Ребра графа поиска (перемещения общественного транспорта между остановками) формируются по данным, поступающим из РНИС (региональная навигационная информационная система), в которую попадают от датчиков системы ГЛОНАСС, установленных на общественном транспорте. Для каждого перемещения между вершинами можно зафиксировать вес (время перемещения по данным системы ГЛОНАСС). Таким образом, можно рассматривать данный набор сведений как ориентированный взвешенный граф.

Для поиска решения оптимального маршрута между вершинами графа могут применяться различные алгоритмы. Выбор алгоритма зависит от характеристик графа. Поскольку в данной задаче рассматривается ориентированный взвешенный граф, целесообразно использовать классический алгоритм Дейкстры. Алгоритм позволяет находить кратчайшие пути от одной из вершин графа до всех остальных. Алгоритм широко применяется в программировании и протоколах маршрутизации.

Описание алгоритма:

Каждой вершине из множества точек графа поиска - сопоставляется метка – минимальное известное расстояние от этой вершины до «А» (начальная остановка). Вершина «А» имеет метку «0», так как из неё осуществляется поиск. Метки остальных вершин на момент начала работы алгоритма равны бесконечности, так как расстояния до них неизвестны. Все вершины графа отмечаются как «не посещённые». Алгоритм работает пошагово – на каждом шаге он «посещает» одну вершину и пытается уменьшить её метку. Если все вершины графа поиска посещены, алгоритм завершает свою работу. В противном случае, из еще не посе-

щенных вершин выбирается вершина 'х', имеющая минимальную метку. Рассматриваем всевозможные маршруты, в которых 'х' является предпоследним пунктом. Вершины, в которые ведут ребра из 'х', назовем соседями этой вершины. Для каждого соседа вершины 'х', кроме тех, которые отмечены как «посещенные», рассмотрим новую длину пути, равную сумме значений текущей метки 'х' и длины ребра, соединяющего 'х' с этим соседом. Если полученное значение длины меньше значения метки соседа, заменяем значение метки на полученное значение длины. Рассмотрев всех соседей вершины 'х', пометим ее, как «посещенную» и повторим шаг алгоритма.

В рамках работы разработан и запрограммирован алгоритм решения данной проблемы, создана база данных на MS SQL server.

Для учета изменения оптимального маршрута с учетом типовой загруженности городских улиц алгоритм выполняется девять раз по данным из РНИС для различных интервалов времени одного дня. В этом случае вычисленные данные будут объективными и будут отражать ситуацию на дорогах города для различных интервалов времени в течение дня. Прототип программы выполняет предварительные действия и непосредственно вычисления.

Предварительные действия:

1) Заполняем данными таблицы с исходными данными (справочники) и вносим справочники в базу данных (справочник остановок, справочник маршрутов, справочник исходных точек, справочник конечных точек).

2) Создаем массив, состоящий из опорной и граничных точек, записываем его в базу данных.

3) Создаем таблицу координатной сетки, записываем её в базу данных.

4) Создаем и заполняем таблицу исходных (начальных) точек, записываем её в базу данных (*если у исходной точки несколько остановок, мы изначально каждой присваиваем вес «1»).

5) Создаем и заполняем таблицу остановок, записываем её в базу данных.

6) Создаем и заполняем таблицу отрезков, записываем её в базу данных.

7) Создаем и заполняем таблицу конечных точек, записываем её в базу данных (*в векторе обойденных точек берем каждое находим вес у каждой ID ост ближайшей)

8) Создаем и заполняем справочник маршрутов, записываем его в базу данных.

Блок вычислений

1. Считываем данные из справочников.

2. Дублируем справочник остановок, сделав выборку по «ID точки координатной сетки», для получения всех остановок, которые относятся к данной точке.

3. Получаем данные из РНИС (находятся в массиве данных):

- Импортируем данные в СУБД;

- Удаляем избыточные (храним данные только за последние 8 дней)

- Анализируем каждый маршрут – за какое время проходит общественный транспорт между двумя остановками.

4. Строим координатную сетку для каждого маршрута (поля: ID точки координатной сетки, цена пересадки, вектор пересадочных точек, вес перехода в следующую точку – анализ данных из РНИС).

5. Строим вектор обойденных точек.

6. Строим вектор рассматриваемых точек (текущих).

7. Отправляем результат в СУБД.

Структура базы данных, используемая программой, состоит из справочника остановок, справочника маршрутов, справочник исходных точек, справочника конечных точек. таблицы «Транспорт», таблицы «Признак остановки», таблицы «Остановки маршрутов», таблицы «Отрезки» и таблицы «Информационный терминал».

В таблице 1 отображены сущности таблиц, их поля с типами данных.

На рис. 1 представлена архитектура комплексной информационной системы информирования о маршрутах общественного транспорта города Екатеринбурга. Программный мо-

дуль связан с СУБД и производит периодический (1 раз в сутки) пересчет оптимальных маршрутов между начальными и конечными точками для различных интервалов времени суток. Вычисленные маршруты хранятся в отдельной таблице, данные из которой с заданной периодичностью средствами информационной системы передаются на информационные терминалы. Доступ к данным указанной таблицы также доступен для специализированных веб-сервисов информационной системы, позволяющих пользователям мобильных и настольных компьютерных систем получить информацию о кратчайших маршрутах в режиме реального времени.

Таблица 1

Структура таблиц базы данных

Сущность	Атрибут	Тип данных
Маршруты	id_маршрута	int
	Номер маршрута	text
	id транспорта	int
Остановки	id остановки	int
	Название остановки	text
	Долгота	float
	Широта	float
	Описание	text
	id коорд сетки	int
Остановки маршрутов	id маршрута	int
	id остановки	int
	Номер по порядку	int
Транспорт	id транспорта	int
	Наименование	text
Признак остановки	id признак_ост	int
	признак	bit
	описание	text
Исходные точки	id исх точ	int
	Наименование	text
	Долгота	float
	Широта	float
	id ближ_ост	int
Конечные точки	id кон точ	int
	Наименование	ext
	Долгота	float
	Широта	float
	Описание	text
	id признак_ост	int
	id ближ_ост	int
Отрезки	id_ост1	int
	id_ост2	int
	Время прохождения	tinyint
Информационный терминал	id_инфотерминал	int
	Долгота	float
	Широта	float



Рис. 1. Архитектура информационной системы

Разработанный прототип программы поиска оптимального маршрута из точки «А» в точку «Б» показал возможность практической реализации извлечения и анализа «сырых» данных из базы данных региональной навигационной информационной системы с последующим формированием структур данных, позволяющих построить оптимальные маршруты перемещения на общественном транспорте между любыми двумя точками в пределах маршрутно-транспортной сети города Екатеринбурга.

Данный прототип также может быть адаптирован для использования в других городах не только Российской Федерации, но и за рубежом.

Список использованных источников

1. Электронный учебник [сайт]. URL: http://www.math.mrsu.ru/text/courses/method/osn_pon_teor_graph.htm
2. Электронный учебник [сайт]. URL: <http://www.isa.ru/transnet/TrafficReview.pdf>
3. Электронный учебник [сайт]. URL: <http://kvodo.ru/dijkstra-algorithm.html>
4. Электронный ресурс [сайт]. URL: <http://edulib.pgta.ru/>
5. Электронный ресурс [сайт]. URL: <https://habrahabr.ru/>

УДК 681.518.5

А. Н. Яранцев

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ ПО ИЗУЧЕНИЮ БЕСКОНТАКТНОГО ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ

Аннотация

Лабораторная установка предназначена для изучения бесконтактного измерения температуры. В процессе работы выполняется считывание сигналов, их обработка, хранение и представление пользователю в удобном виде. Первичными являются электрические сигналы с пирометра и термоэлектрического преобразователя, которые обрабатываются контроллером и рабочей станцией при помощи разработанного программного обеспечения.

Ключевые слова: программируемый логический контроллер, ПЛК, рабочая станция, WinCC.

Abstract

The laboratory stand is designed to study non-contact temperature measurement. In the process involves reading the signals, their processing, storage and presentation to the user in a con-

venient way. Primary are electric signals from the pyrometer and the thermoelectric Converter, which are processed by the controller and workstation by using the developed software.

Keywords: PLC, workstation, WinCC.

Температура является одним из основных и наиболее важных измеряемых параметров в металлургической отрасли. Диапазон температур на металлургическом производстве достаточно широк, вследствие чего используются различные методы для её измерения. Для измерения температуры жидких металлов применяются:

1. Контактный способ измерения. При температурах выше 600 °С, как правило используются термоэлектрические преобразователи (термопары). Способ позволяет измерить температуру в доменной, сталеплавильной печи, охарактеризовать распределение температуры в металлической ванне по объему, вести измерения температуры струи металла при его выпуске из печи или при разливке из ковша. Используя контактный метод измерения можно добиться наиболее высокой точности измерения.

2. Бесконтактный способ измерения. Применяется для измерения высоких температур при невозможности применения контактных методов измерения. Верхний предел температуры не ограничен, но точность измерений уступает контактному методу. Также может использоваться для измерения температур газовых потоков при больших скоростях. В качестве еще одного достоинства данного метода можно записать отсутствие искажения температурного поля измеряемого объекта.

Лабораторная установка предназначена для измерения температуры объекта для измерения температуры объекта каждым из методов. Принимая во внимание более высокую точность, которую обеспечивает контактный метод, можно принять значение с термопары за истинное. С этим значением сравнивается значение, полученное с пирометра и на основании этого делается вывод о точности измерений пирометра.

Установку можно поделить на три модуля (рис. 1):



Рис. 1. Структурная схема установки

1. Рабочая станция – компьютер с установленной SCADA-системой и другим программным обеспечением, необходимым для связи с контроллером. Осуществляет сбор данных, хранение и представление их в удобном для пользователя виде. Подключен к контроллеру через коммуникационный интерфейс USB-MPI.

2. Программируемый логический контроллер SIMATIC S7-300 (рис. 2).

3. Датчики для измерения температуры (термопара и пирометр).



Рис. 2. ПЛК S7-300

Таким образом установка представляет собой модель автоматизированной системы управления технологическим процессом. Можно выделить уровень ввода-вывода, уровень управления и сбора данных. В качестве SCADA-системы в данной работе используется WinCC версии 7.2. Далее дано описание системы.

Simatic WinCC – мощная система человеко-машинного интерфейса (HMI), составная часть семейства систем автоматизации Simatic, производимых компанией Siemens AG. Работает под управлением операционных систем семейства Microsoft Windows и использует базу данных Microsoft SQL Server. В качестве основных возможностей системы, использованных в данной работе можно выделить:

1. Визуализация техпроцесса (Graphic Designer).
2. Конфигурирование и настройка связи с контроллерами различных производителей (Tag Management).
3. Отображение, архивирование и протоколирование сообщений от технологического процесса (Alarm Logging).
4. Отображение, архивирование и протоколирование переменных (Tag Logging)
5. Расширение возможностей системы за счет использования скриптов на языках ANSI C, VBS и VBA.
6. Взаимодействие с пакетом Simatic Step 7.

Для создания программы контроллера, её отладки и записи в контроллер используется среда программирования SIMATIC STEP 7

Данная лабораторная установка позволит студентам лучше усвоить материал о способах измерения температуры и наглядно продемонстрирует некоторые их достоинства и недостатки.

Список использованных источников

1. Методы измерения температур в промышленности / А.Н. Гордов. М., 1952. – 434 с.
2. Web-ресурс сети Интернет [сайт]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Simatic_WinCC.

СПИСОК АВТОРОВ

Абаимов Н.А.....	91, 113	Запольская Е.М.	45
Авдеев А.П.....	7	Зельманчук К.А.....	39
Аксютичева Н.С.	181	Иванова М.В.....	47
Алексеев Г.С.....	184	Илларионов Н.К.....	210
Богатова Т.Ф.....	121	Илюхин П.А.	266
Болотин К.Е.	159	Каграманов Ю.А.	51
Бондин А.Р.....	263	Казяев М.Д.	35, 47
Буинцев В.Н.....	224	Камнева Д.А.	54
Бурькин А.А.....	187	Каюров В.А.	212
Бычков С.А.	159	Киселев Е.В.	42, 149, 215
Бякова М.А.	191	Киселева Т.В.	194
Воронов Г.В.....	13, 17, 98, 102, 110	Колесников А.П.	57
Галичин П.В.....	9	Коноз К.С.....	62
Герасименко Н.П.....	74	Конюков Е.Н.	187
Гильметдинова Ю.Р.....	162	Королев В.Н.	95
Гинкель А.А.....	13	Куделин С.П.	236
Глухов И.В.....	17, 98	Кузнецов С.Н.....	59
Голдобин Ю.М.	22	Кузнецова В.С.....	215
Гольцев В.А.	17, 132, 172, 181, 240	Кузнецова О.В.....	62
Гордеев С.И.	146	Кулешов О.Ю.....	83
Горшкова О.С.	25	Курбанов Т.С.....	51
Грачев А.В.	194	Лавров В.В.. 29, 153, 184, 191, 199, 220, 252	
Гребнева Н.В.	29, 153	Левин Е.И.	146, 164
Гурин И.А.	184, 191, 199, 252	Липунов Ю.И.	175, 215
Данилова Д.А.....	142	Лисиенко В.Г.....	203
Девярых Е.А.....	32	Лошкарев А.Н.	57, 124, 220
Девярых Т.О.....	32	Лошкарев Н.Б.....	29, 54, 66, 153, 155, 276
Декун Н.И.	199	Луговик А.И.	220
Денисов М.А.....	206, 266	Лымбина Л.Е.	139
Дианов С.А.	203	Макуха Д.А.....	232
Домрачев А.С.	35	Мартусевич Е.А.	224
Дружинин Г.М.....	155	Марчкова Ю.А.	71
Дубинин А.М.....	266	Матюхин В.И.	7, 9, 25, 39, 129
Дудко В.А.	39, 172	Матюхин О.В.	129
Емельянова А.А.....	51	Матюхина А.В.....	39
Ермакова Л.А.....	244, 280	Мешков Е.И.....	74
Ершов М.И.....	206	Микула В.А.	71, 162
Журавлев С.Я.	39	Мунц В.А.	78, 206
Завьялова Е.В.....	254	Муслимов Е.И.	83
Зайнуллин Л.А.....	168	Мухамадиева А.Х.	66
Замятина И.А.....	42	Мухтасаров Р.Т.	228

Некрасова Е.В.....	215	Темлянцев Н.В.	62
Неунывахина Д.Т.	59	Терехова А.Ю.....	105
Никитин А.Д.....	87	Толмачев В.О	129
Носков В.Ю.212, 228, 232, 260, 284		Томилов Н.А.....	132
Овчарников А.О.	91	Торопов Е.В.....	135
Оленников А.А.	117	Торопова А.Л.	139
Осинцев К.В.....	135	Трофимов В.Б.....	258
Осипов П.В.	51	Трофимов П.Ю.....	260
Осминкина А.С.....	78	Тупоногов В.Г.	51
Павлюк Е.Ю.....	78	Усатов П.А.	212
Папченков А.И.	78	Фатхутдинов А.Р.....	270
Парышев И.С.	95	Феокистов А.В.....	45
Пащенко Н.А.	258	Филиппов П.С.	146
Переpletчиков В.И.	220	Фурсов В.И.....	172
Плесакин И.В.....	17, 98	Хасанов Р.Р.....	142
Плешкова А.В.....	102	Хасанова А.В.....	135
Попова Ю.А.	236	Худяков Д.С.	146
Поротников Н.С.	22	Худякова Г.И.....	87, 142
Потапов М.В.	240	Цыганкова О.Е.	263
Прибытков И.А.	105	Цымбал В.П.....	117
Проданов С.А.13, 110		Чапурина А.А.....	149
Протопопов Е.В.....	59	Черемискина Н.А.....	29, 153
Радченко М.О.	220	Чернов А.А.	155
Раецкий А.Д.....	244, 280	Черных В.Н.....	266
Ральников П.А.	113	Шагабутдинов Т.Ф.	266
Рыбенко И.А.	59, 248	Швыдкий В.С.	32, 270
Рыжков А.Ф.87, 91, 113		Швыдкий Е.Л.	159
Рябина В.В.	254	Шешин А.Н.	276
Сахаров А.Ю.	252	Шихов С.Е.	270
Семенов Н.А.	162	Шлянин С.А.	244, 280
Сеченов П.А.....	117	Шмакова Л.А.....	162
Смаханов А.Б.....	175	Штина А.И.....	284
Смирнов А.И.	121	Щипанов К.А.....	210
Смольянов И.А.	159	Эйсмонт К.Ю.	215
Соколова Т.Б.....	254	Южаков И.В.	164
Солнцева Е.Д.	124	Юрпольский А.С.....	168
Спирин Н.А.....191, 199, 270		Юрьев Б.П.....	172
Тарасов Ф.Е.	159	Яранцев А.Н.	288
Темлянцев М.В.....	45, 59, 62	Ярошенко Ю.Г.	175

СОДЕРЖАНИЕ

Кафедра «Теплофизика и информатика в металлургии»	3
Секция 1. Актуальные проблемы теплотехники и экологии металлургического производства	7
<i>Авдеев А. П., Матюхин В. И.</i> Разработка технологии утилизации тепла готового продукта на печи вельцевания.....	7
<i>Галичин П. В., Матюхин В. И.</i> Совершенствование конструкции и тепловой работы роторной печи для плавки вторичного алюминия	9
<i>Гинкель А. А., Воронов Г. В., Проданов С. А.</i> Анализ аэродинамических потоков в рабочем пространстве печи Ванюкова.....	13
<i>Глухов И. В., Воронов Г. В., Гольцев В. А., Плесакин И. В.</i> Тепловое состояние ДСП-120 при загрузке и нагреве слоя шихты	17
<i>Голдобин Ю. М., Поротников Н. С.</i> Об испарении полидисперсной системы капель жидкого топлива в инертной среде	22
<i>Горшкова О. С., Матюхин В. И.</i> Разработка технологии производства брикетированной обезмасленной окалины	25
<i>Гребнева Н. В., Черемискина Н. А., Лошкарев Н. Б., Лавров В. В.</i> Модернизация кольцевой нагревательной печи ТПЦ № 2 ОАО «ЧТПЗ».....	29
<i>Девярых Е. А., Девярых Т. О., Швыдкий В. С.</i> Извлечение драгоценных металлов из катализаторов в плазменных печах периодического действия	32
<i>Домрачев А. С., Казяев М. Д.</i> Тепловая работа камерной вертикальной печи для термообработки опорных валков прокатных станов	35
<i>Дудко В. А., Матюхин В. И., Матюхина А. В., Журавлев С. Я., Зельманчук К. А.</i> Совершенствование перемещения слоя кусковых материалов в металлическом вертикальном бункере	39
<i>Замятина И. А., Киселев Е. В.</i> Совершенствование конструкции камерной электрической печи сопротивления.....	42
<i>Запольская Е. М., Феоктистов А. В., Темлянцев М. В.</i> К вопросу о разработке универсального показателя тепловой эффективности стендов разогрева футеровок металлургических ковшей	45
<i>Иванова М. В., Казяев М. Д.</i> Тепловая работа и конструкция печи с шагающим подом для нагрева медных слэбов.....	47
<i>Каграманов Ю. А., Тупоногов В. Г., Осипов П. В., Курбанов Т. С., Емельянова А. А.</i> Исследование кинетических характеристик горячей сероочистки синтез-газа в плотном слое	51
<i>Камнева Д. А., Лошкарев Н. Б.</i> Расчет процессов движения газа и теплообмена внутри шаровых емкостей для хранения нефтепродуктов	54

<i>Колесников А. П., Лошкарев А. Н.</i> Влияние формы канала горелочного камня на угол раскрытия факела горелки ГПС-0,4	57
<i>Кузнецов С. Н., Рыбенко И. А., Протопопов Е. В., Темлянец М. В., Неунывахина Д. Т.</i> Исследование с применением математического моделирования процессов восстановления железа в условиях термохимического окускования конвертерных шламов.....	59
<i>Кузнецова О. В., Коноз К. С., Темлянец М. В., Темлянец Н. В.</i> Исследование влияния неравномерности нагрева заготовок в методических печах с механизированным подом на угар металла	62
<i>Лошкарев Н. Б., Мухамадиева А. Х.</i> Теплообменный блок с плавким ядром для регенеративной горелки	66
<i>Марчкова Ю. А., Микула В. А.</i> Разработка системы охлаждения синтез-газа для ПГУ-ВГЦ.....	71
<i>Мешков Е. И., Герасименко Н. П.</i> Установка для исследования и моделирования процессов теплообмена	74
<i>Мунц В. А., Папченков А. И., Павлюк Е. Ю., Осминкина А. С.</i> Исследование переходных процессов в термосифонах.....	78
<i>Муслимов Е. И., Кулешов О. Ю.</i> Метод расчета характеристик диффузионных и смешанных газовых факелов в промышленных печах на основе относительного моделирования	83
<i>Никитин А. Д., Худякова Г. И., Рыжков А. Ф.</i> Методика расчета режима работы двухступенчатого поточного газогенератора.....	87
<i>Овчарников А. О., Абаимов Н. А., Рыжков А. Ф.</i> Моделирование гидродинамики процесса горения кокса каменного угля в приборе термогравиметрического анализа	91
<i>Парышев И. С., Королев В. Н.</i> Исследование явления квазикапиллярности в неподвижном продуваемом зернистом слое	95
<i>Плесакин И. В., Воронов Г. В., Глухов И. В.</i> Рекомендации по загрузке шихты и расположению топливосжигающих устройств в дуговой сталеплавильной печи ДСП-120.....	98
<i>Плешкова А. В., Воронов Г. В.</i> Исследование тепловой работы современной вельц-печи.....	102
<i>Прибытков И. А., Терехова А. Ю.</i> Исследование импульсного охлаждения массивных в тепловом отношении заготовок	105
<i>Проданов С. А., Воронов Г. В.</i> Исследование тепловой работы фурм КВС	110
<i>Ральников П. А., Абаимов Н. А., Рыжков А. Ф.</i> Численное исследование процесса газификации в пилотном кислородном поточном газификаторе	113
<i>Сеченов П. А., Цымбал В. П., Оленников А. А.</i> Имитационная модель гравитационного сепаратора и разделение компонентов пылевидных материалов.....	117

<i>Смирнов А. И., Богатова Т. Ф.</i> Реализация потенциала вторичных энергетических ресурсов металлургических предприятий в схемах с газовыми утилизирующими турбинами.....	121
<i>Солнцева Е. Д., Лошкарев А. Н.</i> Компьютерное моделирование процесса горения газообразного топлива в горелке ГРС-150	124
<i>Толмачев В. О., Матюхин О. В., Матюхин В. И.</i> Технология производства минераловатных изделий из горячих шлаков.....	129
<i>Томилов Н. А., Гольцев В. А.</i> Реконструкция газовой тигельной печи для плавки цветных металлов	132
<i>Торопов Е. В., Осинцев К. В., Хасанова А. В.</i> Адаптация основных характеристик теплообмена для топок тепловых агрегатов	135
<i>Торопова А. Л., Лымбина Л. Е.</i> Работа ограждений тепловых агрегатов в динамическом режиме.....	139
<i>Хасанов Р. Р., Данилова Д. А., Худякова Г.И.</i> Особенности конверсии коксового остатка твердых топлив.....	142
<i>Худяков Д. С., Филиппов П. С., Гордеев С. И., Левин Е. И.</i> Анализ влияния узла удаления CO ₂ на экономические показатели перспективной ПГУ-ВЦГ	146
<i>Чапурина А. А., Киселев Е. В.</i> Техническое перевооружение кольцевой печи	149
<i>Черемискина Н. А., Гребнева Н. В., Лошкарев Н. Б., Лавров В. В.</i> Конструкция термической печи нагревательного типа.....	153
<i>Чернов А. А., Лошкарев Н. Б., Дружинин Г. М.</i> Способы уменьшения угара в стали при нагреве в промышленных печах.....	155
<i>Швыдкий Е. Л., Болотин К. Е., Смольянов И. А., Тарасов Ф. Е., Бычков С. А.</i> Численное моделирование электромагнитного перемешивания жидкого алюминия в цилиндрическом сосуде.....	159
<i>Шмакова Л. А., Гильметдинова Ю. Р., Семенов Н. А., Микула В.А.</i> Влияние диаметра теплообменного элемента на удельные затраты поверхностей нагрева и длину трубного элемента высокотемпературного воздухоподогревателя компримированного воздуха.....	162
<i>Южаков И. В., Левин Е. И.</i> Выбор модели горения промышленных и синтез-газов в камере сгорания ГТУ	164
<i>Юрпольский А. С., Зайнуллин Л. А.</i> Аппарат для сушки угольного концентрата твердым теплоносителем	168
<i>Юрьев Б. П., Гольцев В. А., Дудко В. А., Фурсов В. И.</i> Исследование влияния физико-химических процессов при обжиге сидеритовой руды на тепловые показатели и расход топлива.....	172
<i>Ярошенко Ю. Г., Липунов Ю. И., Смаханов А. Б.</i> Экспериментальное исследование процесса водо-воздушного охлаждения стальных колец	175

Секция 2. Системы автоматизации и информатизации в образовании, науке и производстве.....	181
<i>Аксютичева Н. С., Гольцев В. А.</i> Применение датчика обнаружения монооксида углерода MQ-9 для системы мониторинга рабочей зоны металлургических производств.....	181
<i>Алексеев Г. С., Лавров В. В., Гурин И. А.</i> Использование методологии Agile в командной разработке проекта «Экология» с применением системы контроля версий Git	184
<i>Бурыкин А. А., Конюков Е. Н.</i> Разработка программного обеспечения для расчета трехзонной методической печи	187
<i>Бякова М. А., Гурин И. А., Лавров В. В., Спиринов Н. А.</i> Создание математической библиотеки в пакете MATLAB для расчета оптимального распределения природного газа в группе доменных печей	191
<i>Грачев А. В., Киселева Т. В.</i> Моделирование процесса управления распределенной сетевой структурой с помощью выделения узлов-посредников.....	194
<i>Гурин И. А., Спиринов Н. А., Лавров В. В., Декун Н. И.</i> Методы работы с документами Microsoft Word при разработке веб-сервисов	199
<i>Дианов С. А., Лисиенко В. Г.</i> Поиск выбросов в многомерном массиве данных	203
<i>Ершов М. И., Муңц В. А., Денисов М. А.</i> Моделирование работы струйного компрессора в ANSYS Fluent с контролем адекватности расчетов	206
<i>Илларионов Н. К., Щипанов К. А.</i> Разработка программного обеспечения для управления проектами.....	210
<i>Каюров В. А., Носков В. Ю., Усатов П. А.</i> Разработка аппаратно-технического обеспечения прототипа информационного терминала остановочного комплекса	212
<i>Липунов Ю. И., Эйсмонт К. Ю., Кузнецова В. С., Киселев Е. В., Некрасова Е. В.</i> Разработка АСУ ТП термообработки труб в устройстве контролируемого охлаждения.....	215
<i>Луговик А. И., Переpletчиков В. И., Радченко М. О., Лавров В. В., Лошкарев А. Н.</i> Разработка программного обеспечения для эмуляции лабораторной работы «Испытание пластинчатого теплообменника».....	220
<i>Мартусевич Е. А., Буинцев В. Н.</i> Тренажер «Алюминщик» для обучения технологического персонала литейного отделения алюминиевого завода	224
<i>Мухтасаров Р. Т., Носков В. Ю.</i> Разработка программного обеспечения прототипа информационного терминала остановочного комплекса	228
<i>Носков В. Ю., Макуха Д. А.</i> Разработка программного обеспечения для беспроводной системы связи.....	232
<i>Попова Ю. А., Куделин С. П.</i> Разработка информационной системы учета средств компьютеризации предприятия.....	236

<i>Потапов М. В., Гольцев В. А.</i> Разработка лабораторного комплекса на базе микропроцессорной техники фирмы Siemens	240
<i>Раецкий А. Д., Шлянин С. А., Ермакова Л. А.</i> Разработка отчета к системе MOODLE для организации контроля работы участников образовательного процесса	244
<i>Рыбенко И. А.</i> Инструментальная система моделирования и оптимизации металлургических процессов	248
<i>Сахаров А. Ю., Лавров В. В., Гурин И. А.</i> Разработка приложения для расчёта количества оксидов азота, образующихся в рабочем пространстве пламенных печей	252
<i>Соколова Т. Б., Рябина В. В., Завьялова Е. В.</i> Разработка базы нормативных документов по профильным дисциплинам с помощью программы eBook Maestro	254
<i>Трофимов В. Б., Пащенко Н. А.</i> О построении контрольных карт по содержанию кремния в доменном чугуна	258
<i>Трофимов П. Ю., Носков В. Ю.</i> Прогнозирование временных рядов методом ARIMA	260
<i>Цыганкова О. Е., Бондин А. Р.</i> Разработка автоматизированного рабочего места менеджера по работе с крупными клиентами компании ПАО «Ростелеком»	263
<i>Черных В. Н., Илюхин П. А., Шагабутдинов Т. Ф., Дубинин А. М., Денисов М. А.</i> Сравнительное моделирование и тестирование адекватности расчетов рекуператора в пакетах инженерного моделирования	266
<i>Швыдкий В. С., Фатхутдинов А. Р., Спирин Н. А., Шихов С. Е.</i> Система автоматического управления тепловой работой шахтной печи	270
<i>Шешин А. Н., Лошкарев Н. Б.,</i> Создание информационного обеспечения системы автоматизации управления термической печи №2 завода имени М.И. Калинина	276
<i>Шлянин С. А., Раецкий А. Д., Ермакова Л. А.</i> Разработка расширения системы Moodle для автоматического контроля текстовых заимствований системой «РУКОНТЕКСТ»	280
<i>Штина А. И., Носков В. Ю.</i> Модуль расчета оптимального маршрута движения на общественном транспорте	284
<i>Яранцев А. Н.</i> Разработка программного обеспечения лабораторной установки по изучению бесконтактного измерения температуры	288
Список авторов	291

Научное издание

**ТЕПЛОТЕХНИКА И ИНФОРМАТИКА
В ОБРАЗОВАНИИ, НАУКЕ И ПРОИЗВОДСТВЕ**

*Сборник докладов VI Всероссийской научно-практической
конференции студентов, аспирантов и молодых учёных (ТИМ'2017)
с международным участием*

Техническое редактирование и компьютерная верстка
М. А. Бяковой, В. В. Лаврова

Доклады представлены в авторской редакции.

Подписано в печать 20 июля 2017 г. Формат 70х100 1/16.

Бумага писчая. Плоская печать. Усл. печ. л. 24,35.

Уч.-изд. л. 25,81. Тираж 300 экз. Заказ 3244.

ООО Агентство Маркетинговых Коммуникаций «День РА»
620146, г. Екатеринбург, проезд Решетникова, дом 22а, оф. 201, тел.: (343) 344-64-26
www.skladgifts.ru

ISBN 978-5-9908685-0-2



9 785990 868502